

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局



(43)国際公開日
2001年7月5日 (05.07.2001)

PCT

(10)国際公開番号
WO 01/48274 A1

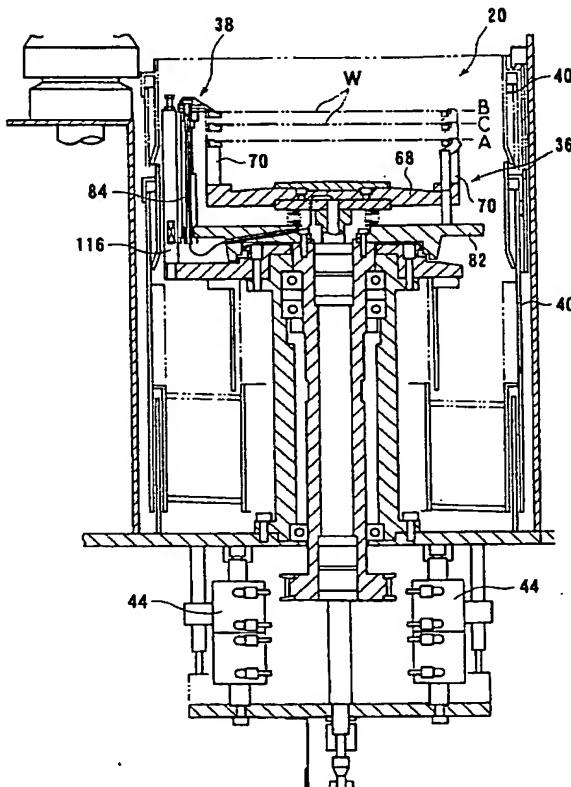
(51) 国際特許分類:	C25D 7/12	特願2000/119861	2000年4月20日 (20.04.2000)	JP
(21) 国際出願番号:	PCT/JP00/09184	特願2000/121841	2000年4月21日 (21.04.2000)	JP
(22) 国際出願日:	2000年12月25日 (25.12.2000)	特願2000/131879	2000年4月28日 (28.04.2000)	JP
(25) 国際出願の言語:	日本語	特願2000/132015	2000年5月1日 (01.05.2000)	JP
(26) 国際公開の言語:	日本語	特願2000/153754	2000年5月24日 (24.05.2000)	JP
(30) 優先権データ: 特願平 11/367754	1999年12月24日 (24.12.1999) JP 特願2000/65459 2000年3月9日 (09.03.2000) JP	特願2000/369201	2000年12月4日 (04.12.2000)	JP
		特願2000/369320	2000年12月4日 (04.12.2000)	JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社
荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒144-
8510 東京都大田区羽田旭町11番1号 Tokyo (JP). 株式会
社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒
210-8520 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 Kanagawa
(JP).

[続葉有]

(54) Title: APPARATUS FOR PLATING SUBSTRATE, METHOD FOR PLATING SUBSTRATE, ELECTROLYTIC PROCESSING METHOD, AND APPARATUS THEREOF

(54)発明の名称: 基板のめっき装置及びめっき方法並びに電解処理方法及びその装置



(57) Abstract: An apparatus for plating a substrate by filling a fine interconnection pattern (recess) formed in a semiconductor substrate with a metal such as copper (Cu) comprises a substrate holding section (36) for horizontally holding and rotating a substrate so oriented that the surface to be plated faces up, a sealer (90) that comes into contact with the periphery of the surface to be plated of the held substrate to seal the periphery water-tightly, and a cathode (88) that comes into contact with the substrate to supply current thereto, and further comprises a cathode section (38) rotatable with the substrate holding section (36), an electrode arm section (30) provided horizontally and vertically movably above the cathode section (38) and having an anode (98) oriented down, and plating solution injecting means for injecting a plating solution into the space between the surface to be plated of the held substrate and the anode of the electrode arm section (30) brought near to the surface to be plated. Therefore, the processings including the plating and its collateral processings are carried out by means of a single unit. A method for plating a substrate is also disclosed.

WO 01/48274 A1

[続葉有]



(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 国沢淳次 (KUNI-SAWA, Junji) [JP/JP]; 〒242-0029 神奈川県大和市上草柳1-7-2-307 Kanagawa (JP). 小田垣美津子 (ODAGAKI, Mitsuko) [JP/JP]; 〒230-0016 神奈川県横浜市鶴見区東寺尾北台4-25 Kanagawa (JP). 牧野夏木 (MAKINO, Natsuki) [JP/JP]; 〒224-0041 神奈川県横浜市都筑区仲町台1-13-17-308 Kanagawa (JP). 三島浩二 (MISHIMA, Koji) [JP/JP]; 〒251-0016 神奈川県藤沢市弥勒寺3-22-9 Kanagawa (JP). 中村憲二 (NAKAMURA, Kenji) [JP/JP]; 〒251-0045 神奈川県藤沢市辻堂東海岸1-4-14 Kanagawa (JP). 井上裕章 (INOUE, Hiroaki) [JP/JP]; 〒194-0041 東京都町田市玉川学園4-17-18 Tokyo (JP). 木村憲雄 (KIMURA, Norio) [JP/JP]; 〒251-0021 神奈川県藤沢市鵠沼神明1-5-11-408 Kanagawa (JP). 松田哲朗 (MATSUDA, Tetsuo) [JP/JP]; 〒370-2101 群馬県多野郡吉井町南陽台3-1-4 Gunma (JP). 金子尚史 (KANEKO, Hisashi) [JP/JP]; 〒251-0043 神奈川県藤沢市辻堂元町3-6-14 Kanagawa (JP). 早坂伸夫 (HAYASAKA, Nobuo) [JP/JP]; 〒239-0801 神奈川県横須賀市馬堀海岸2-20-12 Kanagawa (JP). 奥村勝弥 (OKUMURA, Katsuya) [JP/JP]; 〒225-0002 神奈川県横浜市青葉区美しが丘1-4-6-609 Kanagawa (JP). 辻村

学 (TSUJIMURA, Manabu) [JP/JP]; 〒230-0038 神奈川県横浜市鶴見区栄町通4-44-8 Kanagawa (JP). 森田敏行 (MORITA, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒223-0062 神奈川県横浜市港北区日吉本町4-14-1 東芝日吉寮C-516号 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 渡邊 勇, 外 (WATANABE, Isamu et al.); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目5番8号 GOWA西新宿4階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(国内): CN, KR, US.

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:

— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明は、特に半導体基板に形成された微細配線パターン(窪み)に銅(Cu)等の金属を充填する等の用途の基板のめっき方法及び装置に關し、被めっき面を上方に向けて基板を水平に保持し回転させる基板保持部(36)と、該基板保持部(36)で保持された基板の被めっき面の周縁部に当接して該周縁部を水密的にシールするシール材(90)と該基板と接触して通電させるカソード電極(88)とを備え、基板保持部(36)と一体に回転するカソード部(38)と、該カソード部(38)の上方に水平垂直動自在に配置され下向きにアノード(98)を備えた電極アーム部(30)と、基板保持部(36)で保持された基板の被めっき面と該被めっき面に近接させた電極アーム部(30)のアノード(98)との間の空間にめっき液を注入するめっき液注入手段とを有する。これにより、めっき処理及びそれに付帯する処理を单一のユニットで行うことができる。

明 細 書

基板のめっき装置及びめっき方法並びに電解処理方法及びその装置

技術分野

本発明は、基板のめっき装置及び方法に係り、特に半導体基板に形成された微細配線パターン（窪み）に銅（Cu）等の金属を充填する等の用途の基板のめっき方法及び装置に関する。

また、本発明は、被処理基板の表面にめっきやエッチング等の電解処理を施す電解処理方法およびその装置に関する。

更に、本発明は、被処理部材の表面にめっきやエッチング等を施す電解処理装置に関し、特に電解処理装置及びその電場状態制御方法に関する。

背景技術

半導体基板上に配線回路を形成するための材料としては、アルミニウムまたはアルミニウム合金が一般に用いられているが、集積度の向上に伴い、より伝導率の高い材料を配線材料に採用することが要求されている。このため、基板にめっき処理を施して、基板に形成された配線パターンに銅またはその合金を充填する方法が提案されている。

これは、配線パターンに銅またはその合金を充填する方法としては、CVD（化学的蒸着）やスパッタリング等各種の方法が知られているが、金属層の材質が銅またはその合金である場合、即ち、銅配線を形成する場合には、CVDではコストが高く、またスパッタリングでは高アスペクト（パターンの深さの比が幅に比べて大きい）の場合に埋込みが不可

能である等の短所を有しており、めっきによる方法が最も有効だからである。

ここで、半導体基板上に銅めっきを施す方法としては、カップ式やディップ式のようにめっき槽に常時めっき液を張ってそこに基板を浸す方法と、めっき槽に基板が供給された時にのみめっき液を張る方法、また、電位差をかけていわゆる電解めっきを行う方法と、電位差をかけない無電解めっきを行う方法など、種々の方法がある。

従来、この種の銅めっきを行うめっき装置には、めっき工程を行うユニットの他に、めっきに付帯する前処理工程を行うユニットや、めっき後の洗浄・乾燥工程を行うユニット等の複数のユニットと、これらの各ユニット間で基板の搬送を行う搬送ロボットが水平に配置されて備えられていた。そして、基板は、これらの各ユニット間を搬送されつつ、各ユニットで所定の処理が施され、めっき処理後の次工程に順次送られるようになっていた。

しかしながら、従来のめっき装置にあっては、めっき処理や前処理といった各工程毎に別々のユニットが備えられ、各ユニットに基板が搬送されて処理されるようになっていたため、装置としてかなり複雑で制御が困難となるばかりでなく、大きな占有面積を占め、しかも製造コストがかなり高価であるといった問題があった。

また、電解めっきにあっては、基板（カソード）の被めっき面とアノードとの間に満たされためっき液中に気泡が存在すると、絶縁体である気泡があたかもアノードマスクとして機能して、その部分に対応する位置に形成されるめっきの膜厚が薄くなったり、完全なめっき欠けを生ずることがある。このため、均一で良質なめっき被膜を得るために、基板の被めっき面とアノードとの間のめっき液に気泡が残らないようにす

る必要がある。

更に、電解処理、特に電解めっきは、金属膜の形成方法として広く利用されている。近年、例えば、銅の多層配線用の電解銅めっきや、バンブ形成用の電解金めっきなど、半導体産業などでもその有効性（安価、孔埋め特性など）が注目され利用されつつある。

図71は、いわゆるフェイスダウン方式を採用して半導体ウェハ等の被処理基板（以下、基板という）の表面に電解めっきを施すめっき装置の従来の一般的な構成を示す。このめっき装置は、上方に開口し内部にめっき液600を保持する円筒状のめっき槽602と、基板Wを着脱自在に下向きに保持して該基板Wをめっき槽602の上端開口部を塞ぐ位置に配置する基板保持部604とを有している。めっき槽602の内部には、めっき液600中に浸漬されて陽極電極となる平板状の陽極板606が水平に配置されている。一方、基板Wの下面（めっき面）には導電層Sが形成され、この導電層Sは、その周縁部に陰極電極との接点を有している。

前記めっき槽602の底部中央には、上方に向けためっき液の噴流を形成するめっき液噴射管608が接続され、めっき槽602の上部外側には、めっき液受け610が配置されている。

これにより、めっき槽602の上部に基板Wを基板保持部604で下向きに保持して配置し、めっき液600をめっき槽602の底部から上方に噴出させて、基板Wの下面（めっき面）にめっき液600の噴流を当てつつ、陽極板606（陽極電極）と基板Wの導電層S（陰極電極）の間にめっき電源612から所定の電圧を印加することで、基板Wの下面にめっき膜を形成するようにしている。この時、めっき槽602をオーバーフローしためっき液600は、めっき液受け610から回収され

る。

ここで、LSI用のウェハや液晶基板は、年々大面積となる傾向にあり、これに伴って、基板の表面に形成されるめっき膜の膜厚のバラツキが問題となってきている。つまり、基板に陰極電位を与えるために、基板に予め形成した導電層の周縁部に電極との接点を設けているが、基板の面積が大きくなると、基板の周辺の接点から基板中央までの導電層の電気抵抗が大きくなり、基板面内で電位差が生じてめっき速度に差が出て、めっき膜の膜厚のバラツキに繋がってしまう。

即ち、被処理基板表面に電解めっきを施すには、被処理基板（以下単に「基板」という）の表面に導電層を形成し、基板Wの外周近傍の導電層上に陰極電位を与えるための接点を接触し、一方基板Wに対向する位置に陽極を設置して陽極と基板W間にめっき液を満たし、前記陽極と接点間に直流電源によって電流を流すことで基板Wの導電層上にめっきを行う。しかしながら、大面積の基板の場合、基板の外周近傍の接点から基板W中央までの導電層の電気抵抗が大きくなり、基板W面内で電位差が生じ、ひいては各部のめっき速度に差が生じてしまう。

すなわち、図72は、直径200mmのシリコン基板上に、30nm、80nm及び150nmの膜厚の導電層（銅薄膜）を形成し、図71に示すような従来の一般的なめっき装置を使用して電解銅めっきを行った場合の基板面内における銅めっき膜の膜厚分布を示す図である。図73は、直径が100mm、200mm及び300mmのシリコン基板上に膜厚100nmの導電層（銅薄膜）を形成し、前記と同様にして電解銅めっきを行った場合の基板面内における銅めっき膜の膜厚分布を示す図である。図72及び図73から明らかなように、導電層が薄い場合や、基板直径が大きい場合には、電解めっきによって形成される銅めっき膜

の膜厚の分布のバラツキが大きくなり、著しい場合は基板の中央付近で全く銅膜が形成されないことが起こる。

この現象を、電気化学的に説明すると以下のようになる。

図74は、図71に示す従来の一般的な電解めっき装置の電気的等価回路図を示す。つまり、共にめっき液600中に没した陽極板606（陽極電極）と基板Wの導電層S（陰極電極）の間にめっき電源612から所定の電圧を印加して、導電層Sの表面にめっき膜を形成すると、この回路中には、以下のような抵抗成分が存在する。

R1：電源－陽極間の電源線抵抗および各種接触抵抗

R2：陽極における分極抵抗

R3：めっき液抵抗

R4：陰極（めっき表面）における分極抵抗

R5：導電層の抵抗

R6：陰極電位導入接点－電源間の電源線抵抗および各種接触抵抗

図74から明らかなように、導電層Sの抵抗R5が他の電気抵抗R1～R4及びR6に比して大きくなると、この導電層Sの抵抗R5の両端に生じる電位差が大きくなり、それに伴ってめっき電流に差が生じる。このように、陰極導入接点から遠い位置ではめっきの膜成長速度が低下してしまい、導電層Sの膜厚が薄いと抵抗R5が更に大きくなつて、この現象が顕著に現れてしまう。さらに、この事実は、基板の面内で電流密度が異なることを意味し、めっきの特性自体（めっき膜の抵抗率、純度、埋込特性など）が面内で均一とならない。

なお、基板が陽極になる電解エッティングにおいても、電流方向が反対となるだけで同様の問題が生じる。例えば、大口径ウェハの製造プロセスでは、ウェハの中央部のエッティング速度が周縁部に比して遅くなる。

これらの問題を回避する方法としては、導電層の厚さを厚くしたり電気導電率を小さくすることが考えられる。しかし、基板はめっき以外の製造工程でも様々な制約を受けるばかりでなく、例えば、微細パターン上にスパッタ法で厚い導電層を形成するとパターン内部にボイドが発生し易くなってしまうため、容易に導電層の厚みを厚くしたり導電層の膜種を変更することはできない。

また、陰極電位導入用の接点を基板の一面に配置すれば、基板面内における電位差を小さくすることが可能であるが、電気接点とした部位はLSIとして使用できないなど現実的でない。更に、めっき液の抵抗値（図74中の抵抗R3, R2またはR4）を高くすることも有効であるが、めっき液の電解質を変更することはめっき特性全体の変更を意味し、例えば、めっきする金属イオン濃度を下げればめっき速度を十分高くとれないなどの制約が出てくる。

以上のように、基板の周辺部に接点を設け、基板表面の導電層を用いて電解めっきを行う工程においては、基板のサイズが大きくなるとめっき膜厚が基板の面内で大きく異なってしまうという問題が発生し、被処理基板面内の膜厚及びプロセスの均一化が重要な半導体工業においては、特にこの問題が大きな制約となっている。

発明の開示

本発明は上記に鑑みて為されたもので、めっき処理及びそれに付帯する処理を单一のユニットで行うことができるようしためっき装置及びめっき方法、更には、基板の被めっき面とアノードとの間に満たされるめっき液中に気泡が残らないようにした基板のめっき装置及びめっき方法を提供することを目的とする。

また、本発明は、導電層の厚みや膜種、めっき液の電解質等を変更することなく、基板面内における均一な電解処理を行えるようにした電解処理装置及びその方法を提供することを目的とする。

更に、本発明は、積極的に電場状態を制御することで、目的とする膜厚の面内分布となるように制御することができる電解処理装置及びその電場状態制御方法を提供することを目的とする。

請求項 1 に記載の発明は、被めっき面を上方に向けて基板を保持する基板保持部と、該基板と接触して通電させるカソード電極と、該基板の被めっき面の上方に配置されたアノードと、前記基板保持部で保持された基板の被めっき面と該被めっき面に近接させた前記アノードとの間に空間にめっき液を注入するめっき液注入手段とを有することを特徴とする基板のめっき装置である。

これにより、基板保持部で基板を上向きに保持した状態で、被めっき面と電極アーム部のアノードとの間にめっき液を満たしてめっき処理を行い、めっき処理後に、被めっき面と電極アーム部のアノードとの間のめっき液を抜くとともに、電極アーム部を上昇させて被めっき面を開放させることで、基板保持部で基板を保持したまま、めっき処理の前後にめっきに付帯した前処理や洗浄・乾燥処理といった他の処理を行うことができる。

請求項 2 に記載の発明は、前記電極アーム部のアノードの下面には、保水性材料からなるめっき液含浸材が密着保持されていることを特徴とする請求項 1 記載の基板のめっき装置である。銅めっきにあっては、スライムの生成を抑制するため、含有量が 0.03 ~ 0.05% のリンを含む銅（含リン銅）をアノードに使用することが一般に行われており、このように、アノードに含リン銅を使用すると、めっきの進行に伴って

アノードの表面にブラックフィルムと呼ばれる黒膜が形成される。このような場合に、めっき液含浸材にめっき液を含ませて、アノードの表面を湿潤させることで、ブラックフィルムの基板のめっき面への脱落を防止し、同時に基板のめっき面とアノードの間にめっき液を注入する際に、空気を外部に抜きやすくすることができる。

請求項 3 に記載の発明は、カソード部を有し、該カソード部の側方にめっき液トレーが配置され、前記電極アーム部は、前記カソード部とめっき液トレーとの間を移動自在に構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の基板のめっき装置である。これにより、めっき処理を行っていない間に、めっき液トレー内のめっき液中に浸漬させてアノードを湿潤させておくことで、アノード表面に形成されたブラックフィルムの乾燥や酸化を防止することができる。

請求項 4 に記載の発明は、カソード部を有し、該カソード部の側方には、前記基板保持部で保持された基板の被めっき面に向けて前処理液や洗浄液、気体等を噴射する複数のノズルが配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の基板のめっき装置である。これにより、めっき処理前後の基板を基板保持部で保持して被めっき面を上方に開放させた状態で、前処理液や洗浄液をノズルから被めっき面に向けて噴射することで、前処理や洗浄処理を行うことができる。

請求項 5 に記載の発明は、カソード部を有し、前記基板保持部は、下方の基板受渡し位置と、上方の前記基板の被めっき面の周縁部が前記カソード部に当接するめっき位置と、その中間の前処理・洗浄位置との間を昇降自在に構成していることを特徴とする請求項 1 記載の基板のめっき装置である。このように、基板保持部を各動作位置に対応するよう昇降させることで、より一層の小型化と操作性の向上が達成される。

請求項 6 に記載の発明は、上方に向けカソード電極と導通させた基板の被めっき面の周縁部を水密的にシールし、この被めっき面の上方にアノードを近接させて配置して、被めっき面とアノードとの間の水密的にシールされた空間にめっき液を注入することを特徴とする基板のめっき方法である。

請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 記載のめっきを行った後、めっき液回収ノズルによりめっきの残液を回収することを特徴とする基板のめっき方法である。

請求項 8 に記載の発明は、請求項 6 記載のめっき方法において、めっきを行う前プレコート・回収アームを基板に対峙する位置に移動させ、プレコートノズルよりプレコート液を供給してプレコート処理を行うことを特徴とする基板のめっき方法である。

請求項 9 に記載の発明は、前記被めっき面とアノードとの間の空間に保水性材料からなるめっき液含浸部材を配置し、この部材にめっき液を含ませることを特徴とする請求項 6 記載の基板のめっき方法である。

請求項 10 に記載の発明は、基板保持部で基板を保持し、該基板の被めっき面の上方に配置されたアノードと、該基板と接触して通電させるカソード電極とを備え、前記被めっき面とアノードとの間の空間に保水性材料からなるめっき液含浸部材を配置してめっきを行うことを特徴とする基板のめっき装置である。

請求項 11 に記載の発明は、前記めっき液含浸部材は、高抵抗構造体であることを特徴とする請求項 10 記載の基板のめっき装置である。

請求項 12 に記載の発明は、前記めっき液含浸部材は、セラミックスからなることを特徴とする請求項 10 記載の基板のめっき装置である。

請求項 13 に記載の発明は、前記めっき液含浸部材は、基板の被めっ

き面に接触させない状態で、前記めっき液含浸部材と前記基板の被めっき面との間の隙間にめっき液を満たした状態でめっきを行うことを特徴とする基板のめっき装置である。

請求項 1 4 に記載の発明は、基板保持部で基板を保持した状態で、めっき処理、洗浄・乾燥処理を各動作位置に対応させて昇降させることにより、単一のユニットで処理を行うことを特徴とする基板のめっき装置である。

請求項 1 5 に記載の発明は、前記基板のめっき装置は、前記基板の被めっき面の上方に配置されたアノードと、前記基板と接触して通電させるカソード電極とを備え、前記被めっき面と前記アノードとの間の空間に保水性材料からなるめっき液含浸部材を配置したことを特徴とする請求項 1 4 記載の基板のめっき装置である。

請求項 1 6 に記載の発明は、基板を収納するロード・アンロード部から基板を搬送ロボットで取り出してめっきユニットの内部に搬送し、前記ユニット内の基板保持部で基板を保持し、前記基板保持部で基板を保持した状態でめっき処理、洗浄・乾燥処理を各動作に対応させて昇降させることにより、単一のユニットで処理を行うことを特徴とする基板のめっき方法である。

請求項 1 7 に記載の発明は、基板を収納するロード・アンロード部と、めっき処理及びその付帯処理を单一のユニットで行うめっきユニットと、ロード・アンロード部とめっきユニットとの間で基板の受け渡しを行う搬送ロボットからなることを特徴とする基板のめっき装置である。

請求項 1 8 に記載の発明は、基板保持部で基板を保持し、該基板の被めっき面の上方に配置されたアノード電極と、該基板と接触して通電させるカソードと、純水供給用ノズルを備えためっき装置であって、めっき

き終了後に該ノズルから純水を供給することにより、前記基板と前記カソード電極を同時に洗浄することを特徴とする基板のめっき装置である。

請求項 19 に記載の発明は、基板を保持する基板保持部と、該基板保持部で保持された基板と接触して通電させるカソード電極と、前記基板に近接して配置されたアノードと、前記基板保持部で保持された基板の被めっき面と該被めっき面に近接させたアノードとの間の空間にめっき液を注入するめっき液注入手段とを有し、前記めっき液注入手段は、前記アノードの一部またはアノード外周部に配置しためっき液注入経路からアノードと基板の被めっき面の間にめっき液が注入されて基板の被めっき面に拡がるように構成されていることを特徴とする基板のめっき装置である。

請求項 20 に記載の発明は、被めっき面を上方に向けて基板を保持する基板保持部と、該基板保持部で保持された基板の被めっき面のめっき液を保持するシール材と該基板と接触して通電させるカソード電極とを備えたカソード部と、該カソード部に近傍して水平垂直動自在なアノードを備えた電極アーム部と、前記基板保持部で保持された基板の被めっき面と該被めっき面に近接させたアノードとの間の空間にめっき液を注入するめっき液注入手段とを有し、前記めっき液注入手段は、前記アノードの一部に設けた貫通するめっき液注入孔又はアノード外周部に配置したノズルからアノードと基板の被めっき面の間にめっき液が注入されて基板の被めっき面に拡がるように構成されていることを特徴とする請求項 19 記載の基板のめっき装置である。

これにより、基板保持部で基板を上向きに保持した状態で、被めっき面と電極アーム部のアノードとの間にめっき液を満たしてめっき処理を行い、めっき処理後に、被めっき面と電極アーム部のアノードとの間の

めっき液を抜くとともに、電極アーム部を上昇させて被めっき面を開放させることで、基板保持部で基板を保持したまま、めっき処理の前後にめっきに付帯した前処理や洗浄・乾燥処理といった他の処理を行うことができる。しかも、基板の被めっき面とアノードの間にめっき液を注入すると、基板の被めっき面の全面に拡がるめっき液の流れが生じ、このめっき液の流れに乗って基板の被めっき面とアノードの間の空気が外方に押出され、かつめっき液による空気の囲い込みが防止されて、基板の被めっき面とアノードとの間に満たされるめっき液中に気泡が残留することが防止される。

請求項 21 に記載の発明は、前記めっき液注入手段は、アノードの基板対向面と反対の面に該アノードの直径方向に沿って配置されめっき液供給管に接続されためっき液導入経路を有し、このめっき液導入経路のアノード側の面に設けられためっき液導入孔に対向する位置に前記めっき液注入孔が設けられていることを特徴とする請求項 20 記載の基板のめっき装置である。これにより、基板の被めっき面とアノード間へのめっき液の注入に伴って、めっき液導入管と直交する方向にめっき流れが生じる。

請求項 22 に記載の発明は、前記めっき液注入手段は、アノードの基板対向面と反対の面に十字状、放射状又は円周状に配置されめっき液供給管に接続されためっき液導入経路を有し、このめっき液導入経路のアノード側の面に設けられためっき液導入孔に対向する位置に前記めっき液注入孔が設けられていることを特徴とする請求項 19 記載の基板のめっき装置である。これにより、基板の被めっき面とアノード間へのめっき液の注入に伴って、めっき液導入管で区画された各象限内を放射状に拡がるめっき流れが生じる。

請求項 2 3 に記載の発明は、カソード電極と通電させた基板の被めっき面の少なくとも一部にアノードを近接させて配置して、被めっき面とアノードとの間にめっき液を注入するにあたり、基板の被めっき面とアノードとの間を架橋するめっき液柱を形成し、該めっき液柱を起点としてめっき液を注入することを特徴とする基板のめっき方法である。

請求項 2 4 に記載の発明は、前記アノードの一部またはアノード外周部に配置しためっき液注入経路から基板の被めっき面とアノードとの間にめっき液を注入することを特徴とする請求項 2 3 記載の基板のめっき方法である。

請求項 2 5 に記載の発明は、カソード電極と通電させた基板の被めっき面の少なくとも一部にアノードを近接させて配置して、被めっき面とアノードとの間の空間をめっき液で満たすにあたり、基板の被めっき面にめっき液を張り、基板とアノードとを相対的に回転させながら徐々に近づけることを特徴とする基板のめっき方法である。これにより、基板とアノードとの間の気泡を、両者が互いに近接するに従って、徐々に外方に移動させて追い出すことができる。

請求項 2 6 に記載の発明は、前記アノードの基板対向面には、保水性を有する多孔質体からなるめっき液含浸材が配置され、このめっき液含浸材の基板対向面には、該めっき液含浸材と基板との相対的な回転によって、この間のめっき液を放射状に外方に拡がらせる手段が備えられていることを特徴とする請求項 2 5 記載の基板のめっき方法である。これにより、基板とアノードとの間の気泡をほぼ完全に追い出すことができる。

請求項 2 7 に記載の発明は、陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に満たした電

解液の少なくとも一部に、該電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率の高抵抗構造体を設けて被処理基板表面の電解処理を行うことを特徴とする電解処理方法である。

これにより、電解液中に没した陽極と陰極との間の電気抵抗を高抵抗構造体を介して電解液のみからなる場合よりも高くして、被処理基板表面の電気抵抗による電流密度の面内差を小さくすることができる。ここで、被処理基板を陰極の接点に接触させることで電解めつきを、被処理基板を陽極の接点に接触させることで電解エッチングを行うことができる。

請求項 28 に記載の発明は、前記高抵抗構造体は、その等価回路における抵抗が、被処理基板の表面に形成された導電層の前記電極との接点と該接点から電気的に最も離れた部分との間の等価回路における抵抗より高くなるように構成されていることを特徴とする請求項 27 記載の電解処理方法である。これにより、被処理基板に形成された導電層の電気抵抗による電流密度の面内差を更に小さくすることができる。

請求項 29 に記載の発明は、基板保持部で基板を上向きに保持した状態で、請求項 27 記載の電解処理を行うことを特徴とする電解処理方法である。

請求項 30 に記載の発明は、陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、前記電解液の少なくとも一部に、該電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率の高抵抗構造体を設けたことを特徴とする電解処理装置である。

請求項 31 に記載の発明は、基板保持部で基板を上向きに保持した状態で、電解処理を行う基板保持部を有することを特徴とする請求項 30

記載の電解処理装置である。

請求項 3 2 に記載の発明は、前記高抵抗構造体は、その等価回路における抵抗が、被処理基板の表面に形成された導電層の前記電極との接点と該接点から電気的に最も離れた部分との間の等価回路における抵抗より高くなるように構成されていることを特徴とする請求項 3 0 記載の電解処理装置である。

請求項 3 3 に記載の発明は、前記高抵抗構造体は、内部に電解液を含有した多孔質物質で構成されていることを特徴とする請求項 3 0 記載の電解処理装置である。これにより、多孔質物質の内部に複雑に入り込んで、薄い構造体にも関わらず、実効的には厚さ方向にかなり長い経路を辿る電解液を介して、高抵抗構造体としての電気抵抗を増大させることができる。

請求項 3 4 に記載の発明は、前記多孔質物質は、多孔質セラミックスであることを特徴とする請求項 3 3 記載の電解処理装置である。このセラミックスとしては、アルミナ、SiC、ムライト、ジルコニア、チタニア、コージライト等が挙げられる。また、安定してめっき液を保持するため、親水性材料であることが好ましい。例えば、アルミナ系セラミックスにあっては、ボア径 10 ~ 300 μm、気孔率 20 ~ 60 %、厚み 0.2 ~ 200 mm、好ましくは 2 ~ 50 mm 程度のものが使用される。

請求項 3 5 に記載の発明は、前記高抵抗構造体は、該高抵抗構造体を挟んで前記電解液を複数に分割するように設けられていることを特徴とする請求項 3 0 記載の電解処理装置である。これにより、電解液を複数用いたり、一方の電極の汚染や反応が他方の電極に影響を及ぼさないようにすることができる。

請求項 3 6 に記載の発明は、陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と、該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に満たした電解液の少なくとも一部に、該電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率の高抵抗構造体を設け、該高抵抗構造体の外形状、内部構造、又は電気伝導率の異なる部材の装着の内の少なくとも一つの調整により、被処理基板表面の電場を制御することを特徴とする電解処理装置の電場状態制御方法である。

このように被処理基板表面の電場の状態が所望の状態になるように積極的に制御すれば、被処理基板の電解処理による処理状態を目的とする面内分布の処理状態とすることができます。電解処理がめっき処理の場合は、被処理基板上に形成されるめっき膜厚の均一化を図ったり、被処理基板上のめっき膜厚に任意に分布を持たせたりすることができます。

請求項 3 7 に記載の発明は、前記外形状の調整は、高抵抗構造体の厚みの調整、高抵抗構造体の平面上での形状の調整の内の少なくとも何れか一つであることを特徴とする請求項 3 6 記載の電解処理装置の電場状態制御方法である。

請求項 3 8 に記載の発明は、前記高抵抗構造体は、多孔質物質で構成されており、多孔質物質の内部構造の調整は、多孔質物質の気孔径分布の調整、気孔率分布の調整、屈曲率分布の調整、材料組み合わせの調整の内の少なくとも何れか一つであることを特徴とする請求項 3 6 記載の電解処理装置の電場状態制御方法である。

請求項 3 9 に記載の発明は、前記電気伝導率の異なる部材の装着による調整は、電気伝導率の異なる部材によって高抵抗構造体の遮蔽面積を調整することであることを特徴とする請求項 3 6 記載の電解処理装置の電場状態制御方法である。

請求項 4 0 に記載の発明は、陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と、該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、前記電解液の少なくとも一部に、該電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率の高抵抗構造体を設け、且つ前記高抵抗構造体の外形状、内部構造、又は電気伝導率の異なる部材の装着の内の少なくとも何れか一つの調整手段によって、被処理基板表面の電場を制御することを特徴とする電解処理装置である。

請求項 4 1 に記載の発明は、前記外形状の調整手段は、高抵抗構造体の厚みの調整、高抵抗構造体の平面上での形状の調整の内の少なくとも何れか一つであることを特徴とする請求項 4 0 記載の電解処理装置である。

請求項 4 2 に記載の発明は、前記高抵抗構造体は、多孔質物質で構成されており、多孔質物質の内部構造の調整手段は、多孔質物質の気孔径分布の調整、気孔率分布の調整、屈曲率分布の調整、材料組み合わせの調整の内の少なくとも何れか一つであることを特徴とする請求項 4 0 記載の電解処理装置である。

請求項 4 3 に記載の発明は、前記電気伝導率の異なる部材の装着による調整手段は、電気伝導率の異なる部材によって高抵抗構造体の遮蔽面積を調整することであることを特徴とする請求項 4 0 記載の電解処理装置である。

請求項 4 4 に記載の発明は、陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と、該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、前記電解液の少なくとも一部に、該電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率の

高抵抗構造体を設け、前記高抵抗構造体はその外周が保持部材によって保持されており、且つ高抵抗構造体と保持部材の間にはこの部分から電解液が漏れて電流が流れるのを防止するシール部材が設けられていることを特徴とする電解処理装置である。

ところで上記高抵抗構造体としては、アルミナ製多孔質セラミックスや、炭化シリコンセラミックスがあげられる。また塩化ビニールを繊維状に束ね、これを互いに溶着させたものを用いて形成したもの、またポリビニルアルコールなどの発泡体やテフロン（商標名）などの繊維を織布や不織布の様態に整形したものを用いて高抵抗構造体を構成してもよい。更に、これらや導体と絶縁体、或いは導体同士を組み合わせた複合体でもよい。また2枚の隔膜の間に、他の種類の電解液をはさんだ構造物で高抵抗構造体を構成することも可能である。

請求項4・5に記載の発明は、陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、前記他方の電極と被処理基板の間に電解液含浸材を配置するとともに、前記他方の電極には電解液を電解液含浸材内に供給する電解液導通孔を設け、前記電解液導通孔の内部に管を挿入し、前記管を通して電解液含浸材内に供給した電解液を電解液含浸材の反対面から供給して電解液含浸材と被処理基板間に満たすことを特徴とする電解処理装置である。

管は電解液によって侵されない材質を選択するのが望ましい。従ってこの電解処理装置によって電解処理工程を繰り返しても、経時的に管の先端の内径が広がることはないので、製造当初の理想的な液張り状態が時間が経過しても同様に行え、従って空気が巻き込まれて気泡が電解液含浸材と被処理基板の間に堆積することなく、常に所望の電解処理が

得られる。

請求項 4 6 に記載の発明は、前記電解液含浸材には、前記電解液導通孔に連続するように電解液通路部を設けたことを特徴とする請求項 4 5 記載の電解処理装置である。

請求項 4 7 に記載の発明は、陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、前記他方の電極と被処理基板の間に電解液含浸材を設置し、且つ前記電解液含浸材内に所定深さの電解液通路部を形成することで、前記他方の電極側から電解液通路部を通して電解液含浸材内に供給した電解液を電解液含浸材の反対面から供給して電解液含浸材と被処理基板間に満たすことを特徴とする電解処理装置である。そしてこの電解処理工程を繰り返しても、経時的に電解液通路部の先端の内径が広がることはないので、製造当初の理想的な液張り状態が時間が経過しても同様に行え、従って空気が巻き込まれて気泡が電解液含浸材と被処理基板の間に堆積することなく、常に所望の電解処理が得られる。

請求項 4 8 に記載の発明は、前記他方の電極と電解液含浸材との間に電解液を溜める液溜め部を設け、この液溜め部に溜めた電解液を前記電解液含浸材内に供給することを特徴とする請求項 4 7 記載の電解処理装置である。

請求項 4 9 に記載の発明は、陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、前記他方の電極と被処理基板の間に電解液含浸材を設置し、且つ前記電解液含浸材はその場所に応じて電解液含浸材を通過する電解液の通過抵抗が異なる

ように構成することで、前記他方の電極側から電解液含浸材内に供給した電解液を電解液含浸材の反対面からその場所に応じた供給量で供給して電解液含浸材と被処理基板間に満たすことを特徴とする電解処理装置である。

図面の簡単な説明

図1A乃至図1Cは、本発明の基板めっき装置方法によってめっきを行う工程の一例を示す断面図である。

図2は、本発明の実施の形態の基板めっき装置の全体を示す平面図である。

図3は、めっきユニットを示す平面図である。

図4は、図3のA-A線断面図である。

図5は、基板保持部及びカソード部の拡大断面図である。

図6は、図3の正面図である。

図7は、図3の右側面図である。

図8は、図3の背面図である。

図9は、図3の左側面図である。

図10は、プレコート・回収アームを示す正面図である。

図11は、基板保持部の平面図である。

図12は、図11のB-B線断面図である。

図13は、図11のC-C線断面図である。

図14は、カソード部の平面図である。

図15は、図14のD-D線断面図である。

図16は、電極アームの平面図である。

図17は、図16の縦断正面図である。

図18は、図16のE-E線断面図である。

図19は、図18の一部を拡大して示す拡大図である。

図20は、電極アームの電極部のハウジングを除いた状態の平面図である。

図21は、基板の被めっき面とアノードとの間にめっき液を注入した初期の段階を模式的に示す断面図である。

図22は、同じく、めっき液が基板の被めっき面の全面に拡がって行く状態を模式的に示す平面図である。

図23A及び図23Bは、本発明の第2の実施の形態を示す図22相当図である。

図24は、本発明の第3の実施の形態を示す図21相当図である。

図25は、同じく、図22相当図である。

図26は、本発明の第4の実施の形態を示す図21相当図である。

図27は、同じく、図22相当図である。

図28は、本発明の第5の実施の形態の要部を示す斜視図である。

図29は、同じく、縦断正面図である。

図30は、本発明の第5の実施の形態の変形例の要部を示す斜視図である。

図31Aは、本発明の第6の実施の形態におけるめっき液含浸材を示す正面図で、図31Bは、同じく底面図である。

図32Aは、本発明の第7の実施の形態におけるめっき液含浸材を示す正面図で、図32Bは、同じく底面図である。

図33は、図32Aに示す実施の形態の他の使用例を示す正面図である。

図34は、めっき液含浸材のアノードへの取付け状態を示す拡大断面

図である。

図35は、同じく、斜視図である。

図36は、めっき液含浸材のアノードへの他の取付け状態を示す拡大断面図である。

図37は、めっき液含浸材のアノードへの他の取付け状態を示す拡大断面図である。

図38は、めっき液含浸材のアノードへの更に他の取付け状態を示す拡大断面図である。

図39は、本発明の更に他の他の実施の形態の電解めっき装置に適用した電解処理装置の要部概要図である。

図40は、図39の電気的等価回路図である。

図41は、図39に示すめっき装置と従来のめっき装置でめっきを施した時の基板面内におけるめっき膜の膜厚分布を示す図である。

図42は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置に適用した電解処理装置の要部概要図である。

図43は、図42に示すめっき装置を使用してめっき処理を行った時の領域Aと領域Bにおけるめっき液の銅イオン濃度の変化を示すグラフである。

図44は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置に適用した電解処理装置の要部概要図である。

図45は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。

図46は、基板Wに銅めっきを行った際の基板Wの外周部分近傍の銅めっきの膜厚測定結果を示す図である。

図47は、本発明の更に他の実施の形態を示す図である。

図48は、本発明の更に他の実施の形態を示す図である。

図49は、電解めっき装置の多孔質セラミックス板の外周部近傍部分を示す要部概略図である。

図50A及び図50Bは、本発明の更に他の実施の形態を示す図である。

図51は、本発明の更に他の実施の形態を示す図である。

図52A乃至図52Dは、図51の電解めっき装置に用いる高抵抗構造体の平面図である。

図53は、本発明の更に他の実施の形態を示す図である。

図54は、多孔質セラミックス板が均一厚みのものと、図53に示すような分布厚みのものとを用いて基板W上にめっきを行った際のめっき膜厚の測定結果を示す図である。

図55は、本発明の更に他の実施の形態を示す図である。

図56は、本発明の更に他の実施の形態を示す図である。

図57は、本発明の更に他の実施の形態を示す図である。

図58は、本発明の更に他の実施の形態を示す図である。

図59は、本発明の更に他の実施の形態を示す図である。

図60A及び図60Bは、本発明の更に他の実施の形態を示す図である。

図61A及び図61Bは、異方性構造材料の一例を示す図である。

図62は、本発明の更に実施の形態のフェイスダウン方式の電解めっき装置を示す図である。

図63は、本発明の更に他の実施の形態の密閉式の電解めっき装置を示す図である。

図64は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成

図である。

図65は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。

図66は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。

図67は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。

図68は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。

図69は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。

図70は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。

図71は、従来のめっき装置の概要図である。

図72は、従来のめっき装置を使用して異なる膜厚の導電層を形成した基板に銅の電解めっきを施した時の基板面内におけるめっき膜の膜厚分布を示す図である。

図73は、同じく、異なる大きさの基板に銅の電解めっきを施した時の基板面内におけるめっき膜の膜厚分布を示す図である。

図74は、図71に示すめっき装置の電気的等価回路図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。この実施の形態の基板めっき装置は、半導体基板の表面に電解銅めっきを施して、銅層からなる配線が形成された半導体装置を得るのに使用される。このめ

つき工程を図 1 A 乃至図 1 C を参照して説明する。

半導体基板 W には、図 1 A に示すように、半導体素子が形成された半導体基板 1 上の導電層 1 a の上に SiO₂ からなる絶縁膜 2 が堆積され、リソグラフィ・エッチング技術によりコンタクトホール 3 と配線用の溝 4 が形成され、その上に TiN 等からなるバリア層 5、更にその上に電解めっきの給電層としてシード層 7 が形成されている。

そして、図 1 B に示すように、前記半導体基板 W の表面に銅めっきを施すことで、半導体基板 1 のコンタクトホール 3 及び溝 4 内に銅を充填させるとともに、絶縁膜 2 上に銅層 6 を堆積させる。その後、化学的機械的研磨 (CMP) により、絶縁膜 2 上の銅層 6 を除去して、コンタクトホール 3 および配線用の溝 4 に充填させた銅層 6 の表面と絶縁膜 2 の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図 1 C に示すように銅層 6 からなる配線が形成される。

図 2 は、本発明の実施の形態の基板のめっき装置の全体を示す平面図で、図 2 に示すように、このめっき装置には、同一設備内に位置して、内部に複数の基板 W を収納する 2 基のロード・アンロード部 10 と、めっき処理及びその付帯処理を行う 2 基のめっきユニット 12 と、ロード・アンロード部 10 とめっきユニット 12との間で基板 W の受渡しを行う搬送ロボット 14 と、めっき液タンク 16 を有するめっき液供給設備 18 が備えられている。

前記めっきユニット 12 には、図 3 に示すように、めっき処理及びその付帯処理を行う基板処理部 20 が備えられ、この基板処理部 20 に隣接して、めっき液を溜めるめっき液トレー 22 が配置されている。また、回転軸 24 を中心に揺動する揺動アーム 26 の先端に保持されて前記基板処理部 20 とめっき液トレー 22 との間を揺動する電極部 28 を有す

る電極アーム部30が備えられている。更に、基板処理部20の側方に位置して、プレコート・回収アーム32と、純水やイオン水等の薬液、更には気体等を基板に向けて噴射する固定ノズル34が配置されている。この実施の形態にあっては、3個の固定ノズル34が備えられ、その内の1個を純水の供給用に用いている。

前記基板処理部20には、図4及び図5に示すように、めっき面を上向きにして基板Wを保持する基板保持部36と、この基板保持部36の上方に該基板保持部36の周縁部を囲繞するように配置されたカソード部38が備えられている。更に、基板保持部36の周囲を囲繞して処理中に用いる各種薬液の飛散を防止する有底略円筒状のカップ40が、エアシリンダ42を介して上下動自在に配置されている。

ここで、前記基板保持部36は、エアシリンダ44によって、下方の基板受渡し位置Aと、上方のめっき位置Bと、これらの中間の前処理・洗浄位置Cとの間を昇降し、回転モータ46及びベルト48を介して、任意の加速度及び速度で前記カソード部38と一緒に回転するように構成されている。この基板受渡し位置Aに対向して、めっきユニット12のフレーム側面の搬送ロボット14側には、図7に示すように、基板搬出入口50が設けられ、また基板保持部36がめっき位置Bまで上昇した時に、基板保持部36で保持された基板Wの周縁部に下記のカソード部38のシール材90とカソード電極88が当接するようになっている。一方、前記カップ40は、その上端が前記基板搬出入口50の下方に位置し、図5に仮想線で示すように、上昇した時に前記基板搬出入口50を塞いでカソード部38の上方に達するようになっている。

前記めっき液トレー22は、めっきを実施していない時に、電極アーム部30の下記のめっき液含浸材110及びアノード98をめっき液で

湿潤させるためのもので、図6に示すように、このめっき液含浸材110が収容できる大きさに設定され、図示しないめっき液供給口とめっき液排水口を有している。また、フォトセンサがめっき液トレー22に取り付けられており、めっき液トレー22内のめっき液の満水、即ちオーバーフローと排水の検出が可能になっている。めっき液トレー22の底板52は着脱が可能であり、めっき液トレーの周辺には、図示しない局部排気口が設置されている。

前記電極アーム部30は、図8及び図9に示すように、上下動モータ54と図示しないボールねじを介して上下動し、旋回モータ56を介して、前記めっき液トレー22と基板処理部20との間を旋回（揺動）するようになっている。

また、プレコート・回収アーム32は、図10に示すように、上下方向に延びる支持軸58の上端に連結されて、ロータリアクチュエータ60を介して旋回（揺動）し、エアシリンダ62（図7参照）を介して上下動するよう構成されている。このプレコート・回収アーム32には、その自由端側にプレコート液吐出用のプレコートノズル64が、基端側にめっき液回収用のめっき液回収ノズル66がそれぞれ保持されている。そして、プレコートノズル64は、例えばエアシリンダによって駆動するシリンジに接続されて、プレコート液がプレコートノズル64から間欠的に吐出され、また、めっき液回収ノズル66は、例えばシリンダポンプまたはアスピレータに接続されて、基板上のめっき液がめっき液回収ノズル66から吸引されるようになっている。

前記基板保持部36は、図11乃至図13に示すように、円板状のステージ68を備え、このステージ68の周縁部の円周方向に沿った6カ所に、上面に基板Wを水平に載置して保持する支持腕70が立設されて

いる。この支持腕70の1つの上端には、基板Wの端面に当接して位置決めする位置決め板72が固着され、この位置決め板72を固着した支持腕70に対向する支持腕70の上端には、基板Wの端面に当接し回動して基板Wを位置決め板72側に押付ける押付け片74が回動自在に支承されている。また、他の4個の支持腕70の上端には、回動して基板Wをこの上方から下方に押付けるチャック爪76が回動自在に支承されている。

ここで、前記押付け片74及びチャック爪76の下端は、コイルばね78を介して下方に付勢した押圧棒80の上端に連結されて、この押圧棒80の下動に伴って押付け片74及びチャック爪76が内方に回動して閉じるようになっており、ステージ68の下方には前記押圧棒80下面に当接してこれを上方に押上げる支持板82が配置されている。

これにより、基板保持部36が図5に示す基板受渡し位置Aに位置する時、押圧棒80は支持板82に当接し上方に押上げられて、押付け片74及びチャック爪76が外方に回動して開き、ステージ68を上昇させると、押圧棒80がコイルばね78の弾性力で下降して、押付け片74及びチャック爪76が内方に回転して閉じるようになっている。

前記カソード部38は、図14及び図15に示すように、前記支持板82(図5及び図13等参照)の周縁部に立設した支柱84の上端に固着した環状の枠体86と、この枠体86の下面に内方に突出させて取付けた、この例では6分割されたカソード電極88と、このカソード電極88の上方を覆うように前記枠体86の上面に取付けた環状のシール材90とを有している。このシール材90は、その内周縁部が内方に向け下方に傾斜し、かつ徐々に薄肉となって、内周端部が下方に垂下するよう構成されている。

これにより、図5に示すように、基板保持部36がめっき位置Bまで上昇した時に、この基板保持部36で保持した基板Wの周縁部にカソード電極88が押付けられて通電し、同時にシール材90の内周端部が基板Wの周縁部上面に圧接し、ここを水密的にシールして、基板の上面(被めっき面)に供給されためっき液が基板Wの端部から染み出すのを防止するとともに、めっき液がカソード電極88を汚染することを防止するようになっている。

なお、この実施の形態において、カソード部38は、上下動不能で基板保持部36と一緒に回転するようになっているが、上下動自在で、下降した時にシール材90が基板Wの被めっき面に圧接するように構成しても良い。

前記電極アーム部30の電極部28は、図16乃至図20に示すように、揺動アーム26の自由端にボールベアリング92を介して連結したハウジング94と、このハウジング94の周囲を囲繞する中空の支持枠96と、前記ハウジング94と支持枠96で周縁部を狭持して固定したアノード98とを有し、このアノード98は、前記ハウジング94の開口部を覆って、ハウジング94の内部に吸引室100が形成されている。この吸引室100の内部には、めっき液供給設備18(図2参照)から延びるめっき液供給管102に接続され直径方向に延びるめっき液導入管104がアノード98の上面に当接して配置され、更に、ハウジング94には、吸引室100に連通するめっき液排出管106が接続されている。

前記めっき液導入管104は、マニホールド構造とすると被めっき面に均一なめっき液を供給するのに有効である。即ち、その長手方向に連続して延びるめっき液導入路104aと該導入路104aに沿った所定

のピッチで、下方に連通する複数のめっき液導入口 104b が設けられ、また、アノード 98 の該めっき液導入口 104b に対応する位置に、めっき液供給口 98a が設けられている。更に、アノード 98 には、その全面に亘って上下に連通する多数の通孔 98b が設けられている。これにより、めっき液供給管 102 からめっき液導入管 104 に導入されためっき液は、めっき液導入口 104b 及びめっき液供給口 98a からアノード 98 の下方に達し、またアノード 98 をめっき液中に浸した状態で、めっき液排出管 106 を吸引することで、アノード 98 の下方のめっき液は、通孔 98b から吸引室 100 を通過して該めっき液排出管 106 から排出されるようになっている。

ここで、前記アノード 98 は、スライムの生成を抑制するため、含有量が 0.03 ~ 0.05% のリンを含む銅（含リン銅）で構成されている。このように、アノード 98 に含リン銅を使用すると、めっきの進行に伴ってアノード 98 の表面にブラックフィルムと呼ばれる黒膜が形成される。このブラックフィルムは、リンや Cl を含む Cu⁺錯体で、Cu₂Cl₂ · Cu₂O · Cu₃P 等で構成されるものである。このブラックフィルムの形成により銅の不均化反応が抑制されるので、ブラックフィルムをアノード 98 に表面に安定して形成することは、めっきを安定化させる上で重要であるが、これが乾燥したり酸化してアノード 98 から脱落すると、パーティクルの原因となる。

そこで、この実施の形態にあっては、アノード 98 の下面に該アノード 98 の全面を覆う保水性材料からなるめっき液含浸材 110 を取付け、このめっき液含浸材 110 にめっき液を含ませて、アノード 98 の表面を湿潤させることで、ブラックフィルムの基板の被めっき面への乾燥による脱落及び酸化を防止し、同時に基板のめっき面とアノード 98 との

間にめっき液を注入する際に、空気を外部に抜きやすくしている。

このめっき液含浸材110は、保水性と透過性を有し、耐薬品性に優れたものである。特に、高濃度の硫酸を含む酸性めっき液に対して耐久性があり、しかも硫酸溶液中での不純物の溶出がめっき性能（成膜速度、比抵抗、パターン埋込み性）に悪影響を及ぼさないよう、例えばポリプロピレン製の繊維からなる織布で構成されている。なお、めっき液含浸材110の材料としては、ポリプロピレンの他にポリエチレン、ポリエステル、ポリ塩化ビニル、テフロン、ポリビニルアルコール、ポリウレタン及びこれらの誘導体が挙げられ、また織布の代わりに不織布またはスポンジ状の構造体であっても良い。また、アルミナやSiCからなるポーラスセラミックス、焼結ポリプロピレンなども有効である。

即ち、下端に頭部を有する多数の固定ピン112を、この頭部をめっき液含浸材110の内部に上方に脱出不能に収納し軸部をアノード98の内部を貫通させて配置し、この固定ピン112をU字状の板ばね114を介して上方に付勢させることで、アノード98の下面にめっき液含浸材110を板ばね114の弾性力を介して密着させて取付けている。このように構成することにより、めっきの進行に伴って、アノード98の肉厚が徐々に薄くなっても、アノード98の下面にめっき液含浸材110を確実に密着させることができる。従って、アノード98の下面とめっき液含浸材110との間に空気が混入してめっき不良の原因となることが防止される。

なお、アノードの上面側から、例えば径が2mm程度の円柱状のPVC（塩ビ）またはPET製のピンをアノードを貫通させて配置し、アノード下面に現れた該ピンの先端面に接着剤を付けてめっき液含浸材と接着固定するようにしても良い。含浸材がポーラスセラミックスのように

十分な剛性を有する場合は、含浸材を固定するピンなどは必要なく、含浸材上にアノードを載置するのみでも良い。

そして、前記電極部 28 は、基板保持部 36 がめっき位置 B (図 5 参照) にある時に、基板保持部 36 で保持された基板 W とめっき液含浸材 110 との隙間が、例えば 0.5 ~ 3 mm 程度となるまで下降し、この状態で、めっき液供給管 102 からめっき液を供給して、めっき液含浸材 110 にめっき液を含ませながら、基板 W の上面 (被めっき面) とアノード 98 との間にめっき液を満たして、これによって、基板 W の被めっき面にめっきが施される。

この時、図 21 に示すように、アノード 98 のめっき液注入孔 98a におおよそ対応する位置で、めっき液含浸材 110 の下面からめっき液が基板 W の上面 (被めっき面) に達し、これによって、めっき液含浸材 110 と基板 W の被めっき面を架橋するめっき液柱 120 が形成される。そして、めっき液の供給を継続することで、このめっき液柱 120 は徐々に成長したり、互いに繋がった後、図 22 に示すように、めっき液導入管 104 と直交する方向に進行して基板 W の被めっき面の全面に拡がるめっき液 Q の流れが生じる。

これにより、このめっき液 Q の流れに乗って気泡 B が外方に押出され、しかもこのめっき液 Q の流れの前線 Q₁ が略直線状になって、めっき液 Q が空気を囲い込むことがない。このため、めっき液含浸材 110 と基板 W の被めっき面との間に満たされるめっき液中に気泡が残ってしまうことが防止される。

なお、図 4 に示すように、カソード部 38 を支持する支柱 84 の外方にストッパ棒 116 が立設され、このストッパ棒 116 の上面に支持枠 96 の周囲に設けた突出部 96a を当接させることで、電極部 28 の下

降が規制されるようになっている。

次に、前記実施の形態のめっき装置の動作について説明する。

先ず、ロード・アンロード部 10 からめっき処理前の基板 W を搬送口 ポット 14 で取出し、被めっき面を上向きにした状態で、フレームの側面に設けられた基板搬出入口 50 から一方のめっきユニット 12 の内部に搬送する。この時、基板保持部 36 は、下方の基板受渡し位置 A にあり、搬送口ポット 14 は、そのハンドがステージ 68 の真上に到達した後に、ハンドを下降させることで、基板 W を支持腕 70 上に載置する。そして、搬送口ポット 14 のハンドを前記基板搬出入口 50 を通って退去させる。

搬送口ポット 14 のハンドの退去が完了した後、カップ 40 を上昇させ、同時に基板受渡し位置 A にあった基板保持部 36 を前処理・洗浄位置 C に上昇させる。この時、この上昇に伴って、支持腕 70 上に載置された基板は、位置決め板 72 と押付け片 74 で位置決めされ、チャック爪 76 で確実に把持される。

一方、電極アーム部 30 の電極部 28 は、この時点ではめっき液トレー 22 上の通常位置にあって、めっき液含浸材 110 あるいはアノード 98 がめっき液トレー 22 内に位置しており、この状態でカップ 40 の上昇と同時に、めっき液トレー 22 及び電極部 28 にめっき液の供給を開始する。そして、基板のめっき工程に移るまで、新しいめっき液を供給し、併せてめっき液排出管 106 を通じた吸引を行って、めっき液含浸材 110 に含まれるめっき液の交換と泡抜きを行う。なお、カップ 40 の上昇が完了すると、フレーム側面の基板搬出入口 50 はカップ 40 で塞がれて閉じ、フレーム内外の雰囲気が遮断状態となる。

カップ 40 が上昇するとプレコート処理に移る。即ち、基板 W を受け

取った基板保持部 3 6 を回転させ、待避位置にあったプレコート・回収アーム 3 2 を基板と対峙する位置へ移動させる。そして、基板保持部 3 6 の回転速度が設定値に到達したところで、プレコート・回収アーム 3 2 の先端に設けられたプレコートノズル 6 4 から、例えば界面活性剤からなるプレコート液を基板の被めっき面に間欠的に吐出する。この時、基板保持部 3 6 が回転しているため、プレコート液は基板 W の被めっき面の全面に行き渡る。次に、プレコート・回収アーム 3 2 を待避位置へ戻し、基板保持部 3 6 の回転速度を増して、遠心力により基板 W の被めっき面のプレコート液を振り切って乾燥させる。

プレコート完了後にめっき処理に移る。先ず、基板保持部 3 6 を、この回転を停止、若しくは回転速度をめっき時速度まで低下させた状態で、めっきを施すめっき位置 B まで上昇させる。すると、基板 W の周縁部はカソード電極 8 8 に接触して通電可能な状態となり、同時に基板 W の周縁部上面にシール材 9 0 が圧接して、基板 W の周縁部が水密的にシールされる。

一方、搬入された基板 W のプレコート処理が完了したという信号に基づいて、電極アーム部 3 0 をめっき液トレー 2 2 上方からめっきを施す位置の上方に電極部 2 8 が位置するように水平方向に旋回させ、この位置に到達した後に、電極部 2 8 をカソード部 3 8 に向かって下降させる。この時、めっき液含浸材 1 1 0 を基板 W の被めっき面に接触することなく、0.5 mm ~ 3 mm 程度に近接した位置とする。電極部 2 8 の下降が完了した時点で、めっき電流を投入し、めっき液供給管 1 0 2 からめっき液を電極部 2 8 の内部に供給して、アノード 9 8 を貫通しためっき液注入孔 9 8 a よりめっき液含浸材 1 1 0 にめっき液を供給する。

すると、アノード 9 8 のめっき液注入孔 9 8 a に対応する位置で、め

つき液含浸材 110 と基板 W の被めっき面を架橋するめっき液柱 120 が形成され、めっき液の供給の継続に伴って、めっき液柱 120 は徐々に成長し、互いに繋がった後、めっき液導入管 104 と直交する方向に進行して基板 W の被めっき面の全面に拡がる。これにより、このめっき液の流れに乗って気泡が外方に押出され、しかも、めっき液が空気を囲い込むことがないため、めっき液含浸材 110 と基板 W の被めっき面との間のめっき液中に気泡が残ってしまうことが防止される。従って、めっき液含浸材 110 から染み出した銅イオンを含むめっき液が、めっき液含浸材 110 と基板 W の被めっき面との間の隙間に気泡を残すことなく満たされ、基板の被めっき面に銅めっきが施される。この時、基板保持部 36 を低速で回転させても良い。

なお、このめっき液注入時に、基板 W とアノード 98 との間に一定電圧を負荷することが好ましい。これにより、めっき液接触部に一定密度の電流を流し、適切な電圧を選択することで、基板 W の銅シード層をエッティングから保護することができる。

また、めっき処理時に、めっき液注入孔 98a よりめっき液含浸材 110 にめっき液を供給してめっき液含浸材 110 と基板 W の被めっき面との間にめっき液を注入し、同時に、めっき液排出管 106 からめっき液を吸引排出するようにしても良い。これにより、基板 W とアノード 98 との間に満たされるめっき液をめっき処理中に循環させ攪拌させることで、めっき液中の気泡を抜くことができる。めっき液の注入／吸引はめっき初期のみではなく、めっき時間全般にわたり行ってもよい。

めっき液の供給が続くと、めっき液含浸材 110 から染み出した銅イオンを含むめっき液が、めっき液含浸材 110 と基板 W の被めっき面との間の隙間に満たされ、基板の被めっき面に銅めっきが施される。この

時、基板保持部 3 6 を低速で回転させても良い。

めっき処理が完了すると、電極アーム部 3 0 を上昇させ旋回させてめっき液トレー 2 2 上方へ戻し、通常位置へ下降させる。次に、プレコート・回収アーム 3 2 を待避位置から基板 W に対峙する位置へ移動させて下降させ、めっき液回収ノズル 6 6 から基板 W 上のめっきの残液を回収する。このめっき残液の回収が終了した後、プレコート・回収アーム 3 2 を待避位置へ戻し、基板のめっき面のリ ns のために、純水用の固定ノズル 3 4 から基板 W の中央部に純水を吐出し、同時に基板保持部 3 6 をスピードを増して回転させて基板 W の表面のめっき液を純水に置換する。このように、基板 W のリ ns を行うことで、基板保持部 3 6 をめっき位置 B から下降させる際に、めっき液が跳ねて、カソード部 3 8 のカソード電極 8 8 が汚染されることが防止される。

リ ns 終了後に水洗工程に入る。即ち、基板保持部 3 6 をめっき位置 B から前処理・洗浄位置 C へ下降させ、純水用の固定ノズル 3 4 から純水を供給しつつ基板保持部 3 6 及びカソード部 3 8 を回転させて水洗を実施する。この時、カソード部 3 8 に直接供給した純水、又は基板 W の面から飛散した純水によってシール材 9 0 及びカソード電極 8 8 も基板と同時に洗浄することができる。

水洗完了後にドライ工程に入る。即ち、固定ノズル 3 4 からの純水の供給を停止し、更に基板保持部 3 6 及びカソード部 3 8 の回転スピードを増して、遠心力により基板表面の純水を振り切って乾燥させる。併せて、シール材 9 0 及びカソード電極 8 8 も乾燥される。ドライ工程が完了すると基板保持部 3 6 及びカソード部 3 8 の回転を停止させ、基板保持部 3 6 を基板受渡し位置 A まで下降させる。すると、チャック爪 7 6 による基板 W の把持が解かれ、基板 W は、支持腕 7 0 の上面に載置され

た状態となる。これと同時に、カップ40も下降させる。

以上でめっき処理及びそれに付帯する前処理や洗浄・乾燥工程の全て工程を終了し、搬送ロボット14は、そのハンドを基板搬出入口50から基板Wの下方に挿入し、そのまま上昇させることで、基板保持部36から処理後の基板Wを受取る。そして、搬送ロボット14は、この基板保持部36から受取った処理後の基板Wをロード・アンロード部10に戻す。

ところで、この実施の形態のようにめっき液含浸材をアノードの下面に取付けてめっき処理を行う場合、めっき液含浸材110に形成された気孔の内部に気泡が入り込む場合がある。このような気泡は絶縁体として作用し、めっき処理時の電流分布を乱す原因となる。これに対しては、めっき処理を行うのに先立ってめっき液排出管106を吸引することでめっき液含浸材110が配置された空間を減圧し、その後めっき液導入管104からめっき液をめっき液含浸材110に導入することが有効である。このようにすることで、めっき液含浸材110の気孔の内部に入り込んだ気泡が外部に出るのを促進することができ、均一な電流分布によって高品質なめっきを実現することが可能となる。更に、めっき装置の立ち上げ時においてもこの処理を行うこととすれば、最初からめっき液含浸材110の気孔に入り込んでいた気泡を除去することが可能となるので有効である。

この実施の形態のめっき装置によれば、基板保持部で基板を上向きに保持した状態で、めっき処理とめっき処理に付帯した前処理や洗浄・乾燥処理といった他の処理をめっき処理に前後して行うことができる。従って、単一の装置でめっきの全工程の実施が可能となり、装置として簡素化を図るとともに、小さな占有面積で済むめっき装置を安価に提供で

きる。また、めっきユニットとして、他の半導体製造装置へ搭載が可能であるため、めっき、アニール、C M Pの一連の配線形成工程をクラスター化する時に有利である。

ここで、図 23 A に示すように、めっき液導入管 104 として、放射状（十字状）に互いに直交する方向に延びる翼部を有し、この各翼部の長さ方向に沿った所定の位置にめっき液導入孔 104b を有するものを、アノード（図示せず）として、このめっき液導入孔 104b に対応する位置にめっき液注入孔 98a を有するものをそれぞれ使用しても良い。この場合、前述と同様に、アノードのめっき液注入孔 98a におおよそ対応する位置で、めっき液含浸材 110 と基板 W の被めっき面を架橋するめっき液柱が形成され、めっき液の供給の継続に伴って、めっき液柱が徐々に成長した後、めっき液導入管 104 で区画された各象限内を放射状に拡がるめっき液 Q の流れが生じて、めっき液 Q が基板 W の被めっき面の全面に拡がる。

また、図 23 B に示すように、めっき液導入管 104 を互いに連通させつつ同心円状に配置し、所定の位置にめっき液導入孔 104b を設けた場合も同様のめっき液 Q の流れが生じる。めっき液導入管 104 のめっき液導入孔 104b は、等径の孔を等ピッチで設けても良いが、ピッチと孔径を調整してめっき液の吐出をコントロールすることも可能である。

また、図 24 及び図 25 に示すように、アノード 98 の端部に 1 または複数のめっき液注入孔 98a を集中して設け、この各めっき液注入孔 98a にめっき液を同時に導入するようにしても良い。この場合、前述と同様に、アノード 98 のめっき液注入孔 98a におおよそ対応する位置で、めっき液含浸材 110 と基板 W の被めっき面を架橋するめっき液

柱120が形成され、めっき液の供給の継続に伴って、めっき液柱が徐々に成長した後、対面側の一方向に向かって流れるめっき液Qの流れが生じて、めっき液Qが基板Wの被めっき面の全面に拡がる。

更に、図26及び図27に示すように、基板Wを水平に保持した状態で、アノード98側を基板Wに対して傾斜させて配置し、このアノード98の基板Wに近接した位置にめっき液注入孔98aを設け、このめっき液注入孔98aにめっき液を導入すると同時に、アノード98側を基板Wと水平となるように基板W側に徐々に倒すようにしても良い。この場合、前述と同様に、アノード98のめっき液注入孔98aに対応する位置で、めっき液含浸材110と基板Wの被めっき面を架橋するめっき液柱120が形成され、アノード98と基板Wの傾斜角度が徐々に小さくなるに従って、アノード98と基板Wの被めっき面間のめっき液が一方向に展開するめっき液Qの流れが生じて、めっき液Qが基板Wの被めっき面の全面に拡がる。

なお、前記と逆に、アノード側を水平に、基板をアノード側に対して傾斜させて配置しておき、めっき液の注入と同時に基板をアノード側に平行となるように、徐々に倒すようにしても良い。

図28及び図29は、本発明の更に他の実施の形態におけるアノード98とめっき液含浸材110を示すものである。即ち、この例において、めっき液含浸材110は、アルミナ、SiC、ムライト、ジルコニア、チタニア、コーボライト等の多孔質セラミックスまたはポリプロピレンやポリエチレン等の焼結体等の硬質の多孔質体、あるいはこれらの複合材料で構成されている。例えば、アルミナ系セラミックスにあっては、ポア径30～200μm、気孔率20～95%、厚み5～20mm、好ましくは8～15mm程度のものが使用される。

そして、このめっき液含浸材 110 は、その上部にフランジ部 110a が設けられ、このフランジ部 110a をハウジング 94 と支持枠 96 (図 17 及び図 18 参照) で挟持することで固定されており、このめっき液含浸材 110 の上面にアノード 98 が載置保持されている。なお、この実施の形態の場合、多孔質体又はメッシュ状等、様々な形状のアノードを載置することが可能である。

このように、めっき液含浸材 110 を多孔質体で構成することで、この内部に複雑に入り込んだめっき液を介してめっき液含浸材 110 の内部の電気抵抗を増大させて、めっき膜厚の均一化を図るとともに、パーティクルの発生を防止することができる。また、めっき液含浸材 110 の上にアノード 98 を載置保持することで、めっきの進行に伴ってアノード 98 の下面のめっき液含浸材 110 と接触している側が溶解しても、アノード 98 を固定するための治具を使用することなく、アノード 98 自体の自重でアノード 98 の下面と基板 Wとの距離を一定に保ち、かつここに空気が混入して空気溜まりが生じてしまうことを防止することができる。

そして、この例では、アノード 98 の上面に、図 22 に示すものと同様に直径方向に延びる十字状の形状のめっき液導入管 104 が設置され、アノード 98 の該めっき液導入管 104 に設けられためっき液導入孔 104b に対向する位置にめっき液注入孔 98a が設けられている。また、アノード 98 には、多数の通孔 98b が設けられている。

なお、この例では、めっき液含浸材 110 の上面にアノード 98 を載置保持した例を示しているが、めっき液含浸材 110 とアノード 98 とを離れた位置に配置するようにしてもよい。この場合、特にアノード 98 として溶解性アノードを用いると、下からアノードが溶解してゆくの

で、アノードとめっき液含浸材の隙間は時間を経るにつれて大きくなり、0～20mm程度の隙間ができる場合もある。

この実施の形態によれば、アノード98のめっき液注入孔98aにおよそ対応する位置で、めっき液含浸材110の下面からめっき液が基板Wの上面（被めっき面）に達し、めっき液含浸材110と基板Wの被めっき面を架橋するめっき液柱120が形成される。この時、めっき液は、めっき液含浸材110の内部を流れる際に、その流れ方向に沿って僅かに拡散され、これによって、めっき液が基板Wの到達した時のシード層5（図1A参照）に与えるダメージ、即ち局所的に噴流を当てるによるシード層の現象を軽減して、後のめっき工程の膜厚均一性に寄与することができる。

なお、図29に仮想線で示すように、めっき液含浸材110の下面からめっき液が基板Wの上面（被めっき面）に達するめっき液柱120が形成された後、例えば基板Wを瞬時に上昇させて、めっき液含浸材110と基板Wとを瞬時に近接させるようにしても良い。また、基板のエッジに僅かに圧力をかけて凹状に湾曲させた状態で、同じくめっき液柱120が形成された後、圧力を開放して基板の形状を元に戻させることで、めっき液含浸材110と基板Wとを瞬時に近接させることも可能である。

これにより、例えばめっき液含浸材110の厚さが厚い場合や密度が高い（気孔率が低い）場合に、めっき液がめっき液含浸材110の内部を流れる際の抵抗が大きくなり、これによって、所定量のめっき液が出ずしめっき液柱120の結合が乱れ、この時に空気を巻き込んでも、めっき液含浸材110と基板Wとを瞬時に近接させることで、めっき液に外方への急激な流れを生じさせて、このめっき液と共に気泡を外方に追い出し、同時に、めっき液含浸材110と基板Wとの間へのめっき液の

供給を短時間で行うことができる。

なお、無通電状態でのめっき液とシード層5（図1A参照）の接触はシード層5の減少を招き、通電状態でも基板Wの表面にめっき液が短時間で拡がらないと、めっき初期の膜厚にバラツキが生じ、これらはその後のめっき膜厚の均一性を損なう原因となるが、このように、めっき液含浸材110と基板Wとの間へのめっき液の供給を短時間で行うことで、これらの弊害を防止することができる。

また、図28に示すように、めっき処理の最中に、めっき液注入孔98aよりめっき液含浸材110にめっき液を供給してめっき液含浸材110と基板Wの被めっき面との間にめっき液を注入し、同時に、通孔98bを経由して、めっき液排出管106からこの注入されためっき液と同量のめっき液を吸引排出することもできる。

このように、めっき処理中にめっき液を攪拌することにより、液張りを行う際に抜くことができなかった気泡や、液張り後のめっき処理中に発生した気泡をも除去することが可能となる。

また、本めっき装置では、基板Wの被めっき面とアノード98との間隔が狭く、使用するめっき液が少量で済む反面、めっき液中の添加剤やイオンが限られた量となるため、短時間で効率的なめっきを行うためには、それらの添加剤等をめっき液中に均一に分布する必要がある。この点、この実施の形態によれば、めっき処置中にめっき液が攪拌されるため、添加剤やイオンを均一に分布させた状態でのめっきが可能となる。

なお、図30に示すように、アノード98の上面に、めっき液導入管104とほぼ同様な構成の添加剤導入路105aと添加剤導入口105bとを有する添加剤導入管105を更に設け、またアノード98の該添加剤導入口105bに対向する位置に添加剤注入孔98cを設けて、め

つき処理中に添加剤注入孔 9 8 c からレベラやキャリア等の添加剤やイオンを含む液（めっき液）を断続または連続的に供給し、これによって、めっきによって消費された添加剤やイオンを補給するようにしても良い。この場合、添加剤は微量であるので、通孔 9 8 b からめっき液を排出する必要はない。また、めっき途中で添加剤成分比を変化させることで、ライン・アンド・スペース部（配線部）とフラット部の膜厚段差を小さくし、後工程の C M P 特性を向上させることも可能である。

図 3 1 A 及び図 3 1 B、並びに図 3 2 A 及び図 3 2 B は、めっき液含浸材 1 1 0 を硬質の多孔質体で構成した本発明のそれぞれ異なる他の実施の形態を示すもので、これは、めっき液含浸材 1 1 0 の下面に、めっき液含浸材 1 1 0 と基板 W の相対的な回転によって、この間のめっき液を放射状に外方に拡がらせる手段を備えたものであり、その他の構成は、図 2 8 及び図 2 9 に示す実施の形態と同様である。

即ち、図 3 1 A 及び図 3 1 B は、めっき液含浸材 1 1 0 の下面に、外方に向け回転方向に沿って湾曲する複数の螺旋状の突起（羽根） 1 1 0 b を設けたものであり、図 3 2 A 及び図 3 2 B は、めっき液含浸材 1 1 0 の下面自体を、例えば 1 / 1 0 0 程度のテーパを有する中央が下方に膨出するテーパ面 1 1 0 c としたものである。

これら実施の形態にあっては、めっき液含浸材 1 1 0 と基板 W の被めっき面を架橋するめっき液柱 1 2 0 が形成された後、例えば基板 W を回転させて、めっき液含浸材 1 1 0 と基板 W とを相対的に回転させており、これにより、この回転に伴って、めっき液含浸材 1 1 0 と基板 W との間のめっき液を攪拌しつつ放射状に外方に拡がらせることで、めっき液含浸材 1 1 0 と基板 W との間に入り込んだ気泡 B をめっき液と共に強制的に外方に追い出し、同時に、めっき液含浸材 1 1 0 と基板 W との

間へのめっき液の供給を短時間で行うことができる。

特に、図31A及び図31Bに示すように、めっき液含浸材110の下面に、めっき液の拡がりを助長する整流作用と回転に伴う攪拌作用を有する突起110bを設けることで、めっき液中の限られた添加剤やイオンを基板Wの表面に均一に分布させることができる。

なお、図31A及び図31Bに示す螺旋状の突起110bの代わりに、外方に放射状に拡がる突起を設けたり、これらの突起の代わりに、窪み（溝）を設けても良く、また図32A及び図32Bに示すテーパ面110cの代わりに円弧状のラウンド形状にしても良い。

更に、図33に示すように、周縁部をシール材90で水密的にシールした基板Wの被めっき面の上方に予めめっき液を張り、例えば、図32A及び図32Bに示す下面をテーパ面110cとしためっき液含浸材110を回転させながら下降させることで、めっき液含浸材110と基板Wとを相対的に回転させながら徐々に近づけて、めっき液含浸材110と基板Wとの間をめっき液で満たすようにしても良い。これにより、めっき液含浸材110と基板Wとの間の気泡Bを、両者が互いに近接するに従って、徐々に外方に移動させて確実に追い出して、めっき液含浸材110と基板Wとの間を気泡のないめっき液で満たすことができる。

なお、前記各実施の形態にあっては、基板を上向きに保持した例を示しているが、基板とアノードとの上下関係はこれに限定されるものではないことは勿論である。

この実施の形態のめっき装置によれば、基板保持部で基板を上向きに保持した状態で、めっき処理とめっき処理に付帯した前処理や洗浄・乾燥処理といった他の処理をめっき処理に前後して行うことができる。従って、装置として簡素化を図るとともに、小さな占有面積で済むめっき

装置を安価に提供できる。しかも、基板の被めっき面とアノードとの間を気泡を残すことなくめっき液で満たすことができるので、被めっき面に均一で良質なめっき被膜を形成することができる。

ここで、図34及び図35に示すように、下端に大径の頭部112aを有する多数の略円柱状の固定ピン112を、この頭部112aをめっき液含浸材110の内部に上方に脱出不能に埋設して固定し、この軸部をアノード98の内部に設けた貫通孔98c内を挿通させ上方に突出させて配置している。そして、この固定ピン112を、例えば合成樹脂製でU字状の板ばね114を介して上方に付勢させることで、アノード98の下面にめっき液含浸材110を板ばね114の弾性力を介して密着させて取付けている。

なお、この例では、めっき液含浸材110の下面側に所定の深さのスリット110aを設け、このスリット110a内に固定ピン112の軸部112aを位置させ、軸部をめっき液含浸材110の内部に突き刺することで、固定ピン112をめっき液含浸材110に固定し、めっき液含浸材110自体の弾性力で復帰させることで、このスリット110aを塞いでいる。

ここで、前記固定ピン112の材質としては、ポリプロピレン、PEEK、PVC、ポリエチレン等が挙げられるが、めっき液に対する耐久性、ピンとしての強度が十分であれば、これらに限定されないことは勿論である。また、固定ピン112の直径は、例えば0.5~4mm程度である。更に、固定ピン112の取付けピッチは、使用するめっき液含浸材110やめっき面積等により異なるが、例えば8インチ基板のめっきでは、取付けピッチは、5~40mm程度、取付け本数は、10~150本程度であって、望ましくは、取付けピッチは20mm、取付け本

数は 50～100 本程度である。

これにより、アノード 98 のブラックフィルムが形成される下面は、めっき液含浸材 110 で保持されためっき液で湿潤され、しかもめっき液含浸材 110 がフィルタの如き役割を果たして、ブラックフィルムの乾燥や脱落、更には酸化が防止される。しかも、めっきの進行に伴って、アノード 98 が徐々に溶融消耗し、その肉厚が薄くなつても、板ばね 114 の弾性力でアノード 98 とめっき液含浸材 110 とを常に密着させて、ここに、空気溜まりが形成されることが防止される。通常、アノード 98 は、1 ヶ月のめっきで 20～40 mm 程度消耗する。

なお、図 3.6 に示すように、固定ピン 112 として、下端に釣鉤状部 112b を有するものを使用し、この釣鉤状部 112b を、めっき液含浸材 110 の上面側から該めっき液含浸材 110 に引っ掛けて固定し、例えば合成樹脂製のコイルばね 120 で固定ピン 112 を上方に付勢するようにしても良い。なお、コイルばねよりも板ばねの方が、取付け方法や価格の面で有利である。

また、図 3.7 に示すように、アノードの上面側から、例えば径が 2 mm 程度の円柱状の PVC (塩ビ) または PET 製の固定ピン 112 をアノード 98 の貫通孔 98c 内を挿通させて配置し、アノード 98 の下面に現れた固定ピン 112 の先端面に接着剤 122 を付けてめっき液含浸材 110 と接着固定するようにしても良い。この接着剤 122 としては、塩化ビニル系、シリコン変形ポリマ、ゴム系、シアノアクリエート系等が挙げられるが、めっき液に対する耐久性、有機物の溶出やパーティクルの発生の少ないものであれば、これらに限定されることは勿論である。

更に、図 3.8 に示すように、固定ピン 112 の先端に尖塔状部 112

cを設けて、固定ピン112をめっき液含浸材110に突き刺す際の便を図るようにもしても良い。この場合、図38に示すように、めっき液含浸材110の下面側に針穴状のスリット110aを設けるようにしても良い。

図39は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置に適用した電解処理装置の要部概要図を示し、図40は、その電気的等価回路図を示す。これは、直径200mmのシリコン基板（以下、基板という）を、いわゆるフェイスダウン方式で保持して、この表面（下面）に銅めっきを施すようにしたもので、この基板Wの下面（めっき面）には、導電層（シード層）Sとしてのスパッタ銅の薄膜が、例えば100nmの膜厚で形成されている。

このめっき装置には、例えば硫酸銅をベースとしためっき液210を保持する上方に開口したカップ状のめっき槽212が備えられ、このめっき槽212の底部には、例えば直径30mmの中央孔214aを有するドーナツ形状の陽極板214が設置されている。この陽極板214の材質は、例えば燐を0.04重量パーセント含む銅である。めっき槽212の周囲には、このめっき槽212の上部からオーバーフローしためっき液210を回収するめっき液受け216が配置されている。

基板Wの周辺部に位置して、めっき槽212の上方には、基板Wの下面周縁部に圧接して、ここからのめっき液210の流出を阻止するリップシール218と、このリップシール218の外方に位置し基板Wと接触して該基板Wに陰極電位を導入する接点220が設けられている。

めっき槽212の内部には、陽極板214と基板Wとの間に位置して、めっき液210の電気伝導率より小さい電気伝導率の高抵抗構造体222が配置されている。この高抵抗構造体222は、この例では、例えば

気孔率30%、平均ポア径100μmで厚さT₁が20mmのアルミナ製の多孔質セラミックス板224の内部にめっき液210を含有させることで構成されている。即ち、多孔質セラミックス板224自体は絶縁体であるが、この内部にめっき液210を複雑に入り込ませ、厚さ方向にかなり長い経路を辿らせることで高抵抗構造体222が構成されている。即ち、多孔質セラミックス板に形成された気孔の屈曲率は高いので、厚さdの絶縁物に多数の孔を形成したものに比べて、同一の厚さdの多孔質セラミックス板における気孔は2d～3dの長い経路となる。この多孔質セラミックス板224の陽極板214の中央孔214aに対向する位置には、例えば直径1mmの貫通孔224aが5mmピッチで複数個設けられている。なお、多孔質セラミックス板224は、陽極板214に密着していても良く、また逆に基板Wに密着していても良い。

これにより、めっき槽212の上部に基板Wを下向きに配置し、めっき液210をめっき槽212の底部から陽極板214の中央孔214a及び多孔質セラミックス板224の貫通孔224aを通過させて上方に噴出させ、基板Wの下面（めっき面）にめっき液210の噴流を当てつつ、陽極板214（陽極電極）と基板Wの導電層S（陰極電極）の間にめっき電源226から所定の電圧を印加することで、基板Wの下面にめっき膜が形成される。この時、めっき槽212をオーバーフローしためっき液210は、めっき液受け216から回収される。

この実施の形態のめっき装置を使用し、電流密度を20mA/cm²に、陽極板214の上面と基板Wの下面との距離Lを50mmにそれぞれ設定して銅の電解めっきを行ったところ、多孔質セラミックス板224を設置する前に較べてめっきに必要な電源電圧が約2V上昇した。これは、多孔質セラミックス板224がめっき液210より電気伝導率の

小さい抵抗として機能したことによる。

つまり、めっき槽 212 の断面積は約 300 cm² であるので、高抵抗構造体 222 の抵抗は、約 0.333 Ω となり、図 40 に示す等価回路において、この高抵抗構造体 222 によって発生した抵抗 R_p が新たな抵抗として加わることになる。なお、図 40 において、抵抗 R₁～R₅ は、図 74 に示す抵抗 R₁～R₅ と同じ抵抗を示している。

このように高抵抗構造体 222 によって大きな抵抗 R_p が発生すると、基板の中央部における抵抗と周辺部における抵抗の比、すなわち (R₂ + R_p + R₃ + R₄) / (R₂ + R_p + R₃ + R₄ + R₅) は 1 に近づき、導電層の抵抗 R₅ の影響は無視できる程度になり、基板 W の表面の電気抵抗による電流密度の面内差が小さくなつて、めっき膜の面内均一性が向上する。

高抵抗構造体 222 の抵抗値は、例えば 200 mm ウェハの場合 0.01 Ω 以上で、好ましくは 0.01～2 Ω の範囲、より好ましくは 0.03～1 Ω の範囲、更に好ましくは 0.05～0.5 Ω の範囲である。高抵抗構造体 222 の抵抗値は以下の手順で測定する。まず、めっき装置内において、所定距離だけ離間した陽極板 214 と基板 W からなる両極間に所定値の直流 (I) を流してめっきを行ない、このときの直流電源の電圧 (V₁) を測定する。次に、同一のめっき装置において、両極間に所定厚さの高抵抗構造体を配置し、同一の値の直流 (I) を流してめっきを行ない、このときの直流電源の電圧 (V₂) を測定する。これにより、高抵抗構造体の抵抗値 R_p = (V₂ - V₁) / I より求めることができる。この場合、陽極板を構成する銅の純度は 99.99% 以上であることが好ましい。また、陽極板と基板からなる両極板の距離は、直径 200 mm の基板の場合には 5～25 mm であり、直径 300 mm

の基板の場合には 15 ~ 75 mm であることが好ましい。なお、基板 W 上の導電層 S の抵抗 R₅ は、基板の外周と中心との間の抵抗値をテスターにより測定する、あるいは導電層 S の材料の比抵抗と厚みから計算により求めることができる。

図 4 1 は、前述のように、多孔質セラミックス板 224 からなる高抵抗構造体 222 を設置しためっき装置（本実施形態例）と、設置しなかっためっき装置（従来例）を使用して、基板 W の表面に銅めっきを施した時の基板面内におけるめっき膜の膜厚分布を示す。この図 4 1 から、この実施の形態のめっき装置にあっては、基板中央部分の薄膜化現象が起こらず、均一にめっきがされていることが判る。

一方、めっき液の比抵抗は約 5.5 Ω · cm であり、めっき槽 212 の断面積は約 300 cm² であるので、基板 W と陽極板 214 との距離を離すことで同様の効果、即ちめっき液 210 で約 0.333 Ω の抵抗を得ようすると、約 18 cm 余計に離す必要があり、これでは装置サイズの大型化に繋がってしまう。

なお、この実施の形態では、アルミナ製多孔質セラミックス板で高抵抗構造体を構成した例を示しているが、他の材質の炭化シリコンセラミックスなどでも同様の効果が得られることが確認されている。また、気孔率やボア径、気孔の屈曲率等は目的に応じて適宜選択可能である。例えば、この実施の形態では、多孔質セラミックス板に 1 mm の貫通孔を開けてめっき液の循環を促したが、気孔径が大きい場合は不要となる。

また、塩化ビニールを纖維状に束ね、これを互いに溶着させたものを用いれば厚み方向に直線的に貫通した孔を多量に持つプレートを得ることができ、このようなプレートで高抵抗構造体を構成しても、ポリビニールアルコールなどの発泡体やテフロン（商標名）などの纖維を織布や

不織布の様態に整形したものを用いて高抵抗構造体を構成しても良い。更に、これらや導体と絶縁体、或いは導体同士とを組み合わせた複合体でも同様の効果が得られる。

これらの高抵抗構造体は、いずれもめっき装置に組み込む前に適宜前処理を施すことができる。特に、酸洗い、脱脂、めっき液あるいはめっき液中の一成分での供洗い等が有効である。高抵抗構造体の厚みや形状は、本発明の主旨を逸脱しない限り適宜変化できることは勿論である。

また、この実施の形態では、電解めっきについて説明したが、電流方向を逆転させれば、つまり、この装置をそのまま用い、電源の極性を反転させることで電解エッティングが可能であり、この場合、エッティングの均一性を向上させることができる。LSIにおける銅配線用のめっきプロセスでは、めっきプロセスの前後に逆電解をかけて電解エッティングを行うことが知られており、例えば、この装置を使用し、 20 mA/cm^2 の電流密度で7.5秒めっきを施して、50nmの銅めっき膜を形成し、電源の極性を反転させ、 5 mA/cm^2 の電流密度で20秒エッティングを施して、33nmの銅めっき膜をエッティングし、かかる後、最終めっきを施することで、均一にエッティングが行われて埋込み特性が向上することが確かめられている。

図42は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっきに適用した電解処理装置を示すものである。このめっき装置は、いわゆるフェイスアップ方式を採用したもので、基板Wは上向きに基板載せ台230上に載置されており、基板Wの周辺に位置して、例えばバイトンゴム製のリップシール234と、このリップシール234の外方に位置し基板Wの導電層Sと接触して該基板Wに陰極電位を導入する接点236が設けられている。このリップシール234は、例えば10mmの高さを持って、め

つき液 210 を保持できるようになっている。

基板載せ台 230 の上方に保持具 232 が配置され、この保持具 232 に陽極板 238 と高抵抗構造体 240 を構成する多孔質セラミックス板 242 が所定間隔離間して保持固定されている。この多孔質セラミックス板 242 は、この例では、例えば気孔率 20%、平均ボア径 50 μm で厚さ T₂ が 10 mm の SiC 製で、内部にめっき液 210 を含有させることで高抵抗構造体 240 を構成するようになっている。また、陽極板 238 は、保持具 232 と多孔質セラミックス板 242 により完全に被覆された構造となっている。なお、多孔質セラミックス板 242 は、めっき液の蓄えられた別の槽（図示せず）で予めめっき液を含浸させておくことが望ましい。

そして、基板 W の上面と多孔質セラミックス板 242 の下面との間に、隙間 S₁ を約 2 mm に設定した第 1 めっき室 244 が、多孔質セラミックス板 242 の上面と陽極板 238 の下面と間に、隙間 S₂ を約 1.5 mm に設定した第 2 めっき室 246 がそれぞれ設けられており、これらの各めっき室 244, 246 には、めっき液 210 が導入される。このめっき液 210 の導入方法としては、リップシール 234 と多孔質セラミックス板 242 の端面との隙間から導入したり、陽極板 238 に設けた貫通孔を介して多孔質セラミックス板 242 の裏側（上部）に加圧しためっき液 210 を導入するなどの方法が採られる。

なお、この実施の形態において、電解めっき中に基板 W と基板載せ台 230、若しくは、陽極板 238 と多孔質セラミックス板 242 を回転させるようにしても良い。

この実施の形態のめっき装置を使用して基板 W の上面（めっき面）に銅めっきを施し、この銅めっき膜の膜厚を調べたところ、多孔質セラミ

ックス板 242 から構成される高抵抗構造体 240 を設けることで、前記実施の形態と同様に膜厚の面内均一性が向上することが確かめられている。

この実施の形態にあっては、陽極板 238 を多孔質セラミックス板 242 と保持具 232 により完全に被覆し、陽極板 238 と多孔質セラミックス板 242との間にめっき液 210 が満たされる構造となっているが、このように構成するとともに、多孔質セラミックス板 242 の気孔率や屈曲率、ポア径などを適宜選択することで、従来にはない新たな効果を得ることができる。

この実施の形態の電解めっき装置を使用して、300秒間 ($2 \mu\text{m}$) のめっき処理を行った際のめっき液 210 中の銅イオン濃度変化を図43に示す。図43中、領域Aは、多孔質セラミックス板 242 と基板Wとの間のめっき室 244 内のめっき液 210 に関するデータで、領域Bは、陽極板 238 と多孔質セラミックス板 242 との間のめっき室 246 内のめっき液 210 に関するデータである。

図43より明らかなように、領域Aではめっき進行に従い銅イオン濃度は低下する。この低下率は、めっきにより基板表面で消費された銅イオンの理論値と一致する。一方、領域Bでは逆に銅イオン濃度が上昇しており、この上昇率は陽極板で発生した銅イオンの理論値と一致する。

以上の事実から、多孔質セラミックス板 242 を挟む領域A（めっき室 244）と領域B（めっき室 246）との間では、銅イオン交換がほとんど起きておらず、多孔質セラミックス板 242 は、隔膜的な振る舞いをしていることが判る。このことは、言い換えれば陽極側で起こる反応は、基板側に影響を及ぼさないということである。

また、通常、銅の電解めっきに際しては、陽極に特殊な配慮をする必

要がある。第1に、陽極から発生する一価の銅イオンを捕獲するために陽極表面に「ブラックフィルム」と呼ばれるにかわ質の黒色膜を形成する必要から、陽極材料に含燐銅を用いることである。この黒色膜は、銅、燐、塩素などの複合物と言われているが、二価銅イオンのみをめっき液中に送り込み、めっき表面の異常析出などの原因になる一価銅イオンを捕獲する働きをする。

この実施の形態のめっき装置によれば、図43から明らかなように、多孔質セラミックス板242の上下での銅イオン交換が起きないことから、このような配慮は不要となる。また、銅の陽極板238がめっきと共に電解消耗しその表面が欠落することもあるが、この欠落物は多孔質セラミックス板242で捕獲され、基板Wのめっき表面に付着することもない。更に、陽極に溶解性の銅陽極を使う代わりに、不溶解性の陽極、例えばチタニウム表面に酸化イリジウムを被覆したものを用いることができる。この場合、陽極表面では多量の酸素ガスが発生するが、この酸素ガスも基板表面に到達しないようにすることで、めっき膜の一部が欠落するなどの不良の発生を無くすことができる。

このように、適当な物質を電気伝導率の小さい物質としてめっき液中に導入し、なおかつ陽極と陰極を分離するように一様に配置することで、隔膜効果を得るようになることができる。

図44は、本発明の更に他の実施の形態の金の電解めっき装置に適用した電解処理装置を示すもので、このめっき装置は、箱形のめっき槽250を有し、このめっき槽250の一方の開口端は、例えばチタニウム母材に酸化イリジウムをコーティングした不溶解性の陽極板252で閉塞され、他方の開口端は、基板Wをめっき槽250側に保持した蓋体254で開閉自在に閉塞されるようになっている。また、めっき槽250

の蓋体 254 側端部には、基板 W に圧接して、ここからのめっき液 210 の流出を阻止するリップシール 256 と、このリップシール 256 の外方に位置し基板 W の導電層 S と接触して該基板 W に陰極電位を導入する接点 258 が設けられている。

めっき槽 250 の内部には、基板 W と陽極板 252 とを仕切るように 2 枚の隔膜 260a, 260b が予めめっき槽 250 に設けられたメッシュ 262a, 262b によって保持されて配置されている。この隔膜 260a, 260b としては、強酸性カチオン交換膜、例えばトクヤマ製 CMS やデュポン社製 N-350 などが利用される。

これにより、めっき槽 250 の内部に、基板 W に面するめっき室 264、陽極板 252 に面する電解液室 266、及び隔膜 260a, 260b で挟まれた高抵抗電解液室 268 が区画形成されている。更に、これらの各室 264, 266, 268 には、個別の液循環経路が設けられている。

そして、めっき室 264 には、例えばシアノ化金カリウムをベースとしためっき液 270 を、電解液室 266 には、例えば硫酸水溶液 (80 g/l) からなる電解液 (めっき液) 272 をそれぞれ導入し、例えば毎分 20 l で循環させる。また、高抵抗電解液室 268 には、めっき処理による制約を受けることなく、例えば希硫酸水溶液 (10 g/l) からなる電気伝導率の小さい高抵抗電解液 274 を導入し、これによって、ここに高抵抗構造体 276 を構成するようになっている。

このように、2 枚の隔膜 260a, 260b で区画した高抵抗電解液室 268 内に希硫酸水溶液等の高抵抗電解液 274 を満たして構成した高抵抗構造体 276 を、めっき液 270, 272 中に介在させることで、系全体のめっき抵抗を上げ、導電層の抵抗による基板面内の金めっき膜

の膜厚分布を大幅に低減することができる。しかも、この例では、希硫酸液の濃度を変化させることでめっき系の抵抗値を任意に選定して、めっきの種類、基板の状況などに応じて適宜めっき条件を変化させることができる。

このめっき装置は、基板Wを蓋体254で保持して該蓋体254を開め、めっき室264にめっき液270を、電解液室266に電解液（めっき液）272をそれぞれ導入し循環させ、かつ高抵抗電解液室268に高抵抗電解液274を満たした状態で、外部電源（図示せず）より陽極板252と基板W上の導電層Sにめっき電流を流すことでのめっき膜を形成するのであり、陽極板252の表面に発生する酸素ガス278は、電解液（めっき液）272と共に外部に排出される。

なお、この実施の形態にあっても、陽極板と基板との距離を非常に大きくしてめっき液自体の電気抵抗を高くすることで、同様の効果を得ることが可能であるが、これでは、装置が巨大化するばかりでなく、高価な金めっき用のシアン化金カリウムを膨大に使用しなくてはならず、工業的不利益が大きくなる。

以上の実施の形態においては、円盤形状の基板を被処理基板としているが、必ずしも円盤状である必要はなく、例えば矩形でも良いことは言うまでもない。

この実施の形態の電解処理装置によれば、電解液中に没した陽極と陰極との間の電気抵抗を高抵抗構造体を介して電解液のみからなる場合よりも高くして、被処理基板表面の電気抵抗による電流密度の面内差を小さくすることができ、これによって、電解処理による被処理基板の面内均一性をより高めることができる。

〔電場状態制御手段として絶縁性部材を用いた実施の形態〕

図45は本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。図45に示す電解めっき装置は、いわゆるフェイスアップ方式を採用した電解めっき装置であり、基板Wは上向きに基板載置台330上に載置されている。基板Wの周辺はリング状に形成されたリップシール334の先端が当接してシールされ、その内側にめっき液310が満たされている。また基板Wの表面側に位置するリップシール334の外方には、基板Wの表面の導電層に接触して基板Wに陰極電位を印加する接点336が設置されている。

基板Wの上方には、所定の隙間を介して円板状の高抵抗構造体340と円板状の陽極板338とが保持部材332に保持されて設置されている。ここで陽極板338には厚み方向に貫通する多数の細孔339が設けられ、陽極板338の上には前記各細孔339にめっき液を分配して供給するめっき液導入管341が設置されている。

高抵抗構造体340は、この実施の形態では、多孔質セラミックス板(例えば気孔率20%、平均ポア径50μmで厚さが10mmのSiC製)342の内部にめっき液310を含有させることで構成されている。また陽極板338は保持部材332と多孔質セラミックス板342によって完全に被覆された構造となっている。

この実施の形態においては、多孔質セラミックス板(多孔質物質)342の外周側面にこれを囲むようにバンド状の絶縁性部材350を巻きつけている。この絶縁性部材350の材質としては、例えばフッ素ゴムのような伸縮性材料が挙げられる。

そして、めっき液導入管341から陽極板338の細孔339を通して多孔質セラミックス板340に加圧供給されためっき液310は、多孔質の多孔質セラミックス板342内に浸透するとともに、その下面か

ら吐出する。これによって、多孔質セラミックス板342の内部、及び基板Wと多孔質セラミックス板342の間の空間は、めっき液310で満たされる。なお、めっき液310の導入は、リップシール334と多孔質セラミックス板340の端面との隙間から行ってもよい。この場合は、めっき液導入管341や陽極板338の細孔339は不要である。

この状態で、陽極板338と基板W間に所定の電圧を印加して直流電流を流すと、基板Wの導電層の表面全体にめっき（例えば銅めっき）が行われていく。この実施の形態によれば、陽極板338と基板Wの間に多孔質セラミックス板342を介在しているので、前述のように基板W表面の接点336からの距離の相違による各部の抵抗値の違いによる影響を受けにくく、基板Wの導電層の表面全体に略均一なめつき（例えば銅めつき）が行われていく。

しかしながら、接点336に近い外周部近傍部分はそれでも電流密度が高くなり、めっき膜厚は他の部分に比べて厚くなる傾向にある。

そこで、この実施の形態においては、多孔質セラミックス板342の外周側面に絶縁性部材350を巻き付けることで、図45に点線で示すように、基板Wの外周部近傍に電流が集中するのを阻害してその電流密度を低下させ、基板Wの他の部分に向かう電流密度と略同じになるようしている。

図46は上記方法を用いて基板Wに銅めつきを行った際の基板Wの外周部分近傍の銅めつきの膜厚を測定した結果を示す図である。図46に示すように、絶縁性部材350の幅L（図45参照）を変更することで、基板Wの外周部近傍の銅めつきの膜厚が変化することがわかる。即ち、幅Lが長くなればなるほど、基板Wの外周部近傍の電流密度が低くなつてめつき膜厚が薄くなる。そこで、絶縁性部材350として、所望の幅

L （例えば $L = 4 \text{ mm}$ ）を有するものを使用することで、基板Wの外周部近傍のめっき膜厚を他の部分と同一にすることができる。このように、絶縁性部材350は、幅Lの長さにより多孔質セラミックス板340の外周側面の遮蔽面積を調整するものであるが、絶縁性部材350の遮蔽面積の調整は幅Lのみならず、遮蔽物自体に孔をあけて遮蔽面積を調整してもよい。

なお、本発明は必ずしも基板Wの外周部近傍のめっき膜厚を他の部分と同一のめっき膜厚にする場合だけに利用するものではない。例えば、基板Wの外周部近傍のめっき膜厚を他の部分よりも厚くしたいような場合は、絶縁性部材350の幅Lを小さくすれば良いし、逆の場合は大きくすれば良い。即ち、この実施の形態によれば、基板Wの外周部近傍のめっき膜厚を自由に所望のものに制御することができる。

図47は、本発明の更に他の実施の形態を示す図である。この実施の形態において、前記図45に示す実施の形態と相違する点は、バンド状の絶縁性部材350を取り付ける代りに、多孔質セラミックス板342の外周に可動式で筒状の絶縁性部材350aを設置した点である。この絶縁性部材350aは、絶縁性部材保持具351の下端に設けられている。絶縁性部材保持具351は、図示しない上下動駆動機構によって上下動自在に構成されている。このように構成すれば、絶縁性部材350aの位置を上下動させ、多孔質セラミックス板342に対する相対位置を変更させて、多孔質セラミックス板342の外周側面の露出面積を調節することにより、基板Wの外周部近傍の電流密度を任意に制御することができ、図45に示す実施の形態と同様に基板Wの外周部近傍のめっき膜厚を任意に調整することができる。

図48は本発明の更に他の実施の形態を示す図である。この実施の形

態において、前記図45に示す実施の形態と相違する点は、バンド状の絶縁性部材350を取り付ける代りに、多孔質セラミックス板342の外周側面自体に絶縁材料を塗布又は浸透させることで、絶縁性部材350bを設けた点である。例えば、多孔質セラミックス板342の外周側面に、絶縁材料としてガラスや樹脂またはシリコンなどを浸透させて絶縁性部材350bを設けている。この場合、浸透幅及び浸透深さ分布を調節することにより、基板Wの外周部近傍の電流密度を任意に制御することができ、図45に示す実施の形態と同様に基板Wの外周部近傍のめっき膜厚を任意に調整することができる。さらに母材（例えばSiC）の一部を酸化することで電流密度を制御することも可能である。

〔シール部材を用いた実施の形態〕

図49は図45に示すと同様の構造の電解めっき装置の多孔質セラミックス板342の外周部近傍部分を示す要部概略図である。但し、この電解めっき装置には、図45に示す絶縁性部材350は図示されていない。この電解めっき装置においては、保持部材332と多孔質セラミックス板340の間の隙間がシールされていないので、矢印で示すように、この保持部材332と多孔質セラミックス板340との間の隙間部分を通して、陽極板338からめっき液が流れ出し、電流の通路が生じる。この電流通路は、多孔質セラミックス板340の内部を通らない通路なので抵抗値が低く、従って電流密度が高くなつて基板Wの外周部近傍のめっき膜厚を薄くしようとする制御ができなくなる恐れがある。

そこで、この実施の形態においては、図50Aに示すように、前記多孔質セラミックス板340と保持部材332の間にシール部材360を設けることで、この部分からのめっき液の漏れを防止して基板Wの外周部近傍のめっき膜厚を薄く制御できるようにしている。

なおこの実施の形態におけるシール部材360は、断面逆L字状に形成されており、また絶縁物によって構成されるので、図45に示す絶縁性部材としての作用も併せて持っている。またシール部材360は、図50Bにその断面を示すように、保持部材332と多孔質セラミックス板340の下面とが接する部分をシールする環状のシール部材部360aと、図45に示すバンド状の絶縁性部材350と同様の機能を発揮する絶縁性部材部360bとを、別部品として各々取り付けることで構成しても良い。

なおこのシール部材360は、図45に示す以外の各実施の形態にも適用できることは言うまでもない。即ち、高抵抗構造体340の外周側面と保持部材332の間からのめっき液の漏れを防止するシール部材360を他の各種実施の形態に係る電場制御手段と併用することで、さらに効果的な電場制御が行える。

〔電場状態制御手段として陽極と基板との間の電流密度を高くしようとする部分に高抵抗構造体が介在しない部分を設ける実施の形態〕

図51は、更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。図51においては、図45に示す実施の形態と相違して、高抵抗構造体340の外周に絶縁性部材350を取り付けないで、その代わりに高抵抗構造体340自体の形状 자체を変更することでめっき膜厚の制御を行っている。

図52A乃至図52Dは、図51に示す電解めっき装置に用いる高抵抗構造体340の平面図である。即ち、この実施の形態における高抵抗構造体340は、例えば多孔質セラミックス板342であり、図52Aに示すように、多孔質セラミックス板342の外周形状を多角形にしたり、図52Bに示すように、所定の間隔毎にスリット365を設けたり、

図 5 2 C に示すように、波型（又は歯車型）にしたりしている。これに對して陽極板 3 3 8 と基板 W は一点鎖線で示すように円形なので、基板 W の外周付近には、多孔質セラミックス板 3 4 0 を介在することなくめっき液 3 1 0 だけが介在して陽極板 3 3 8 と対向する部分が生じることとなり、多孔質セラミックス板 3 4 0 が介在する部分に比べて陽極板 3 3 8 と基板 W 間の電気抵抗が低下し、基板 W の外周部の電流密度が高くなる。従って、これらの実施の形態の場合は、基板 W の外周付近のめっき膜厚を、中央付近のめっき膜厚に比べて厚くしたいような場合に利用できる。

また基板 W の中央部分など、基板 W の外周部分以外の他の部分のめっき膜厚を厚く制御しようとする場合は、図 5 2 D に示すように、多孔質セラミックス板 3 4 2 の内部に穴 3 6 6 を設けることで陽極板 3 3 8 と基板 W との間に多孔質セラミックス板 3 4 2 が介在しない部分を設けるようにすれば良い。

なお図 5 1 に示す電解めっき装置において、基板 W を回転することで、基板 W の全面に渡って均一な膜厚のめっきが行える。基板 W の回転に代えて、又は基板 W の回転と共に、保持部材 3 3 2 側を回転させても良い。なお基板 W 及び／又は保持部材 3 3 2 を回転させても良いことは、図 5 1 に示す例に限られるものではない。

〔電場状態制御手段として高抵抗構造体の厚みに分布を持たせた実施の形態〕

図 5 3 は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。図 5 3 に示す電解めっき装置においては、高抵抗構造体 3 4 2 の厚みに二次元的分布を持たせ、これによって基板 W の表面における電流密度分布が所望のものとなるように制御して、めっき膜厚を制御し

ている。即ち、この実施の形態において、高抵抗構造体340は、例えば多孔質セラミックス板342であり、多孔質セラミックス板342を円形であって中心部の厚みが周辺部の厚みよりも薄くなるように構成している。このように構成すれば、中央部における陽極板338と基板Wとの間の抵抗値を周辺部の抵抗値よりも低くできるので、前述したように、中心に近いほど薄くなる傾向のめっき膜厚を均一になるように制御することができる。

図54は、多孔質セラミックス板40として、肉厚が均一なものと、肉厚が図53に示すような分布を有するものを用いて基板W上にめっきを行った際のめっき膜厚の測定値を比較して示す図である。図54から、図53に示す多孔質セラミックス板342を用いた方が、基板W上のめっき膜厚の均一化が図れることが判る。なお図55に示すように、図53に示す多孔質セラミックス板342を逆向き構造にして設置しても同様の効果が得られる。

同様に、図56に示すように、多孔質セラミックス板342の中央の厚みの方を周辺部の厚みよりも厚くし、これによって、周辺部のめっき膜厚の方を中央部よりも厚くするようにしても良いし、図57に示すように、多孔質セラミックス板342に貫通孔367を設けることで、貫通孔367を設けた部分のめっき膜厚を他の部分に比べて厚くするようにしても良い。また図58に示すように、多孔質セラミックス板342の外周角部を面取り形状として、周縁部の厚みを薄くして他の部分よりも電気抵抗を低下させることで、基板Wの外周近傍のめっき膜厚を他の部分よりも厚くするようにしても良い。要は、高抵抗構造体342の厚み（厚み=0も含める）に分布を持たせることで各部のめっき膜厚を所望のものに制御するのであれば良い。

〔電場状態制御手段として多孔質物質の気孔構造に分布を持たせた実施の形態〕

図59は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。図59に示す電解めっき装置においては、高抵抗構造体340として気孔構造が二次元分布又は三次元分布を持つ多孔質物質（例えばポーラスセラミックス）342aを用いている。多孔質物質342aは、気孔の径や数、配列状態などによってその内部に保持するめっき液の量や保持状態が異なり、これによって抵抗値が相違する。そこでこの実施の形態においては、中央付近の気孔構造C1を外周付近の気孔構造C2と異ならせ、中央付近の気孔構造C1の方が低抵抗になるようにしている。このように構成すれば、中央付近の電流密度が増大してその部分のめっきが形成されやすくなる。もちろん逆に外周付近の気孔構造C2の方が低抵抗となるように構成して外周付近のめっき膜厚を厚くするようにすることもできる。また三種類以上の気孔構造を用いて、より複雑なめっき膜厚の制御を行っても良い。

気孔構造に分布を与える方法としては、図59に示すように、多孔質物質342aの一体成形時に分布を与える方法や、図60A及び図60Bに示すように、多孔質物質342aの内の気孔構造の異なる部分C1、C2を別々に成形し、その後組み立てによって一体化する方法などがある。

気孔構造の要素としては、気孔径（例えば50～400μmの範囲で径を異ならせる）、連続気孔率（気泡同士がつながっている度合い…つながっている方が抵抗値が小さくなる）、屈曲率（つながっている気孔の厚み方向の曲がり具合…曲がりが少ない方が抵抗値は小さくなる）などがある。

気孔構造を異ならせるには、例えばその材質自体を異ならせても良い（例えば樹脂系材料とセラミックス系材料など）。また多孔質物質342aの気孔率の分布を制御する手段として、多孔質物質342a（ここではポーラスセラミックス）の表面若しくは内部の少なくとも一部を封孔処理する（樹脂やシラノール系の塗布型絶縁膜を使用する、母材のSiCを一部酸化するなど）方法もある。また、面一様に封孔処理を施した後に一部の封孔部を開孔して、面内の気孔分布を変える方法もある。

また多孔質物質342aの材料としては、図61A及び図61Bに示すような異方性構造材料もある。即ち図61Aに示す方向性多孔質構造材料や、図61Bに示す纖維型多孔質構造材料などである。これら異方性構造材料を構成する材質としては、樹脂やセラミックなどがある。これら異方性構造材料は、特定方向に気孔がつながっていて特定方向に電流が流れ易くなっている（別の方向には電流が流れにくくなっている）、電流密度の制御性が向上できる。そして多孔質物質342aの中央付近の気孔構造C1と外周付近の気孔構造C2とをこの異方性構造材料を用いて異ならせることで基板W表面に印加される電流密度分布を所望のものにするようにすることができる。

以上本発明の実施の形態を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、請求の範囲、及び明細書と図面に記載された技術的思想の範囲内において種々の変形が可能である。なお直接明細書及び図面に記載がない何れの形状や材質であっても、本願発明の作用・効果を奏する以上、本願発明の技術的思想の範囲内である。

例えば上記実施の形態では本発明を、いわゆるフェイスアップ方式の電解めつき装置に適用した例を示したが、図62に示すようないわゆるフェイスダウン方式の電解めつき装置にも適用可能である。即ち、この

電解めっき装置は、めっき液310を保持するカップ状のめっき槽312を具備し、このめっき槽312の底部に円板形状の陽極板314を設置し、その上に円板状の高抵抗構造体324を設置し、めっき槽312の周囲にこのめっき槽312の上部からオーバーフローしためっき液310を回収するめっき液受け316を配置し、さらにめっき槽312の上部に設置したリップシール318の上に基板Wを載せ、基板Wの下面外周に接点320を接触させて構成されている。

そして陽極板314の中央に設けた貫通孔314aと高抵抗構造体24の中央に設けた小孔324aを介してめっき液を循環させながら、陽極板314と基板W間に電圧を印加して電流を流せば、基板Wの下面にめっき層が形成されていく。

そして前記各実施形態のように、高抵抗構造体324の外周に絶縁性部材を設けたり、厚みを変えたり、気孔構造を変えたりすることで、基板W上に形成されるめっき膜厚の分布を所望の分布にすることができる。

また本発明は、図63に示すように密閉式の電解めっき装置にも適用可能である。即ちこの電解めっき装置は、箱型のめっき槽350を有し、このめっき槽350の一方の開口端は、陽極板352で閉塞され、他方の開口端は、基板Wをめっき槽350側に保持した蓋体354で開閉自在に閉塞されるようになっている。基板Wと陽極板352の間には、高抵抗構造体376として2枚のメッシュ362a, 362bによって保持された2枚の隔膜360a, 360bによって挟まれた高抵抗電解液室368を区画形成したものが設置されている。

そしてめっき室364にめっき液370を、電解液室366に電解液(めっき液)372をそれぞれ導入し、循環させながら陽極板352と基板W間に電圧を印加して電流を流せば、基板Wにめっき層が形成され

ていく。

そして前記各実施の形態のように、高抵抗構造体376の面上に絶縁性部材を設けたり、メッシュ362a, 362bの面を加工して高抵抗電解液室368の厚み等の形状を変えることで、基板W上に形成されるめっき膜厚の分布を所望の分布にすることができる。

なお隔膜360a, 360bの種類としては、強酸性カチオン交換膜、例えばトクヤマ製CMSやデュポン社製N-350などを使用するのが一般的であるが、カチオンの選択性を変える、あるいはアニオン交換膜、ノニオン交換膜としてもよい。高抵抗電解液室368中の電解質としては(50~200g/l) H₂SO₄が一般的であるが、任意の濃度を選択したり、電解質は硫酸として限定されるものではないのは当然である。

また本発明は更に他の各種構造の電解めっき装置（フェイスアップ、フェイスダウンの何れの方式をも含む）にも適用できることは言うまでもない。さらに上記各実施の形態では本発明を電解めっき装置に適用した例を示したが、その代わりに基板を陽極にして行う電解エッチング装置に適用してもよい。

また上記各実施の形態においては、被処理基板として円形のものを用い、電界分布も全て同心円状のものを示したが、被処理基板は円形以外の各種形状のものであってもよいし、また電界分布も必要に応じて非同心円状のものであってもよい。例えば被処理基板としてLCDなどの板状（円形以外の形状を含む）のものを用いても良いし、また陰極接点336はリング状ではなく、一方向から被処理基板に接触するものであっても良い。また陰極接点336は被処理基板の外周以外の位置に接触させても良い。

このように、被処理部材表面の電場の状態が所望の状態になるように

積極的に制御することで、被処理部材の電解処理による処理状態を目的とする面内分布の処理状態とすることができます。

〔陽極板（電極）438の電解液導入孔（めっき液導入孔）439内部に管445を挿入した実施の形態〕

図64は、発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。即ちこの電解めっき装置は、いわゆるフェイスアップ方式を採用した電解めっき装置であり、基板Wは上向きにして基板載置台430上に載置され、基板W表面の周辺にはリング状に形成されたリップシール434の先端が当接してシールされている。また基板W表面のリップシール434の外方には、基板W表面の導電層に接触して基板Wに陰極電位を印加する接点436が設置されている。基板Wの上方には所定の間隔を介して円板状の多孔体440と円板状の陽極板438とが保持部材432に保持されて設置されている。ここで陽極板438には厚み方向に貫通する多数のめっき液導通孔439が設けられ、陽極板438の上にはめっき液を分配して供給するめっき液導入管441が設置されている。

一方多孔体440は、多孔質セラミックス材や多孔質樹脂材によって構成されており、この例では例えば気孔率20%、平均ポア径 $50\mu\text{m}$ のSiC製（もちろん他の各種材質によって構成しても良いが、ポア径 $20\sim300\mu\text{m}$ 、気孔率 $10\sim95\%$ のものが望ましい。）で、内部にめっき液410を含有して自己保持することで、電気は導通するがめっき液410よりも小さい電気伝導率となるように構成されている。また陽極板438は保持部材432と多孔体440によって完全に被覆された構造となっている。

そして本実施の形態においては、めっき液導入管441自体にこれと

連通する管445を設け、この管445を陽極板438のめっき液導通孔439内に挿入してその先端を多孔体440表面に当接するようにしている。即ちこの実施の形態においては、めっき液410を陽極板438に全く触れることなく多孔体440表面に供給できる。このめっき液導入管441と管445とはめっき液によって何ら影響を受けない材質の合成樹脂によって一体に形成されている。

そしてめっき液導入管441から管445を通して直接多孔体440表面に供給されためっき液は、多孔体440内をわずかに拡散しながら基板W表面に達し、基板Wと多孔体440の表面間に円形の液柱Rを複数形成し、複数の液柱Rが基板W上で互いに結合し基板W上をめっき液で満たしていく。

そしてこのめっき工程を繰り返しても、経時的に管445の先端の内径が広がることはないので、理想的な液柱Rが経時に崩れることはなく、従って液柱Rの結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡が多孔体440と基板Wの間に堆積することなく、めっき膜厚が不均一になることはない。

図65は本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。この電解めっき装置において、前記図64に示す実施の形態と相違する点は、めっき液導入管441にこれと一体に管445を形成する代わりに、陽極板438のめっき液導通孔439内に別途作製した管447を挿入した点である。この場合も管447をめっき液によって何ら影響を受けない材質のもので構成し、その先端（下端）を多孔体440の上面に当接するようにする。

このように構成しても、図64に示す実施の形態と同様に、めっき液は陽極板438に直接触れる事ではなく、たとえめっき工程を繰り返し

て行なっても、経時的に管447の先端の内径が広がることはない。従つて、多孔体440から供給される液柱Rが経時に崩れることなく、常に理想的な状態を保て、空気の巻き込みは生じない。

〔多孔体440内に電解液通路部を設けた実施の形態〕

図66は本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。この電解めっき装置においては、図64に示すめっき液導入管441は設けず、保持部材432によって陽極板438と多孔体440(440a, 440b)とを保持している。そして陽極板438と多孔体440の間に液溜め部450を設けている。即ち陽極板438には図64に示すような複数本の細いめっき液導通孔439は設けず、その中央に1つの太いめっき液供給部455を設けている。

一方多孔体440は、その上下二つの部材（上部多孔体440aと下部多孔体440b）を重ね合わせることによって構成されている。そして上部多孔体440aには、複数本の細い上下面に至る電解液通路部457が設けられている。この電解液通路部457は、電解液通路部457となる部分を低密度（気孔率が高い）の気孔構造のもので構成し、それ以外の部分全体を高密度の気孔構造のもので構成することで形成されている。また下部多孔体440bは、その全体を低密度の気孔構造のもので構成している。

このように構成して陽極板438のめっき液供給部455からめっき液を供給すると、めっき液410はまず液溜め部450に充満された後、主として抵抗の少ない電解液通路部457を通って下部多孔体440bの表面に至り、さらに下部多孔体440bの内部を拡散しながら基板W表面に達し、基板Wと下部多孔体440bの表面間に円形の液柱Rを複数形成し、複数の液柱Rが互いに結合して基板W上で結合し空気を排除

しながら基板W上をめっき液で満たしていく。

そしてこのめっき工程を繰り返して行なっても、経時的に電解液通路部457の先端の内径が広がることはないので、理想的な液柱Rが経時に崩れることはなく、従って液柱Rの結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡が下部多孔体440bと基板Wの間に堆積してめっき膜厚が不均一になることはない。

図67は本発明の他の実施の形態にかかる電解めっき装置の概略構成図である。この電解めっき装置において前記図66に示す実施の形態と相違する点は、多孔体440の構造のみである。即ちこの多孔体440においては、その内部に孔からなる電解液通路部459を設けている。この電解液通路部459は、多孔体440の上面中央に設けた主通路461から多数本枝分かれして形成されている。各電解液通路部459の先端は多孔体440の内部で終了している。

そして陽極板438のめっき液供給部455からめっき液を供給すると、めっき液410はまず液溜め部450に充満された後、多孔体440の主通路461から各電解液通路部459に導入され、その下端から多孔体440の内部を拡散しながら基板W表面に達し、基板Wと多孔体440の表面間に円形の液柱Rを複数形成し、複数の液柱Rが互いに結合して基板W上で結合し基板W上をめっき液で満たしていく。

そしてこのめっき工程を繰り返して行なっても、経時的に電解液通路部459の先端の内径が広がることはないので、理想的な液柱Rが経時に崩れしていくことはなく、従って液柱Rの結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡が多孔体440と基板Wの間に堆積してめっき膜厚が不均一になることはない。

また電解液通路部459の先端（底面）の位置を調整することで電解

液通路部 459 の先端から多孔体 440 の下面までの距離を短くすることができ、これによって多孔体 440 をめっき液が通過する際の抵抗を減らすことができ、従ってたとえ多孔体 440 として厚みの厚いものや密度の高い（気孔率が低い）ものを用いた場合でも、液張り時のめっき液の多孔体 40 通過抵抗を小さくすることができ、この結果多孔体 440 の所定位置から適量のめっき液を出せる。従ってこの点からも液柱 R の結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡が多孔体 440 と基板 W の間に堆積してめっき膜厚が不均一になることはない。

なおこの多孔体 440 に孔からなる電解液通路部 459 を形成することは困難なので、多孔体 440 を図 67 に示す A, B 線で上下に三つの部分に分割したものを作製し、これを接合固定することで一体化して構成しても良い。

〔陽極板 438 のめっき液導入孔（電解液導入孔）439 内部に管を挿入するとともに多孔体 440 内に電解液通路部 459 を設けた実施の形態〕

図 68 は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。この電解めっき装置においては、図 64 に示す実施の態と同様に合成樹脂製（めっき液によって侵されない材質製）のめっき液導入管 441 自体にこれと連通する管 445 を設け、この管 445 を陽極板 438 のめっき液導通孔 439 内に挿入してその先端を多孔体 440 表面に当接するとともに、多孔体 440 の管 445 が当接する部分に貫通しない細穴からなる電解液通路部 459 を設けている。

そしてめっき液導入管 441 から管 445 を通して直接多孔体 440 の電解液通路部 459 内に供給されためっき液は、電解液通路部 459 の底面から多孔体 440 内にわずかに拡散しながら浸透して基板 W 表面

に達し、基板Wと多孔体440の表面間に円形の液柱Rを複数形成し、複数の液柱Rが互いに基板W上で結合し基板W上から空気を押し出しながらめっき液で満たしていく。

そしてこのめっき工程を繰り返して行なっても、経時的に管445の先端の内径と電解液通路部459の底面の内径とが広がることはないので、理想的な液柱Rが経時的に崩れることはなく、従って液柱Rの結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡が多孔体440と基板Wの間に堆積してめっき膜厚が不均一になることはない。

同時に電解液通路部459を設けた長さ分だけ多孔体440内をめっき液が通過する際の通過抵抗が減るので、たとえ多孔体440として厚みの厚いものや密度の高い（気孔率が低い）ものを用いた場合でも、液張り時には多孔体440の所定位置から適量のめっき液を出すことができ、この点からも液柱Rの結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡が多孔体440と基板Wの間に堆積してめっき膜厚が不均一になることはない。

図69は本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。この電解めっき装置において前記図68に示す実施の形態と相違する点は、めっき液導入管441にこれと一緒に管445を設ける代わりに、陽極板438のめっき液導通孔439と多孔体440に設けた電解液通路部459内に別途作製した管447を挿入した点である。この場合も管447をめっき液によって何ら影響を受けない材質で構成する。

このように構成しても、図68に示す実施の形態と同様に、たとえめっき工程を繰り返して行っても、経時的に管447の先端の内径が広がることはなく、理想的な液柱Rが経時的に崩れることはなく、従って液

柱Rの結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡が多孔体440と基板Wの間に堆積してめっき膜厚が不均一になることはない。同時に管447が多孔体440内に突入しているので、多孔体440をめっき液が通過する際の抵抗が減り、たとえ多孔体440として厚みの厚いものや密度の高い（気孔率が低い）ものを用いた場合でも、多孔体440の所定位置から適量のめっき液が供給されて、液柱Rの結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡が多孔体440と基板Wの間に堆積してめっき膜厚が不均一になることはない。

〔多孔体440の場所に応じてめっき液が多孔体440を通過する通過抵抗を異ならせる実施の形態〕

図70は本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置の概略構成図である。この電解めっき装置は、図64に示す実施の形態と同様に合成樹脂製のめっき液導入管441自体にこれと連通する管445を設けるが、図64と相違して陽極板438と多孔体440の接合面中央において陽極板438側を突出し、多孔体440側を凹ませた形状をしている。このように構成すれば、中央付近の管445から供給されるめっき液は少ない通過抵抗で多孔体440の下面から供給されるのでその供給量が他の部分に比べて多くなる。つまり場所に応じて所望のめっき液が出ないような場合は、その部分の多孔体440のめっき液の通過抵抗を小さくしてその部分からも所望のめっき液が出るようにし（めっき液の適量は、多孔体440の場所によって異なる場合もある）、これによって液柱Rの結合の乱れを防止して空気の巻き込みを防止し、気泡が多孔体440と基板Wの間に堆積してめっき膜厚が不均一になることを防止する。

このような調整は、例えば図68や図69に示す電解液通路部459の底部の位置をそれぞれの電解液通路部459において異ならせること

によっても達成できる。即ち場所に応じてめっき液が多孔体440を通過する通過抵抗を異ならせることで、多孔体440の各部から供給されるめっき液の供給量を変更でき、最適なめっき液の液張り状態を選択できる。

上記各実施の形態では電解めっき装置に適用した例を示したが、その代わりに基板を陽極にして行う電解エッチング装置に適用しても良い。

以上詳細に説明したように、電解液を電解液含浸材内に供給して電解液含浸材の反対側から供給することで、電解液含浸材と被処理基板間に満たす構造の電解処理装置であっても、電解液含浸材と被処理基板の間に気泡が巻き込まれて堆積することではなく、理想的な液張りが行われて所望の電解処理が得られるという優れた効果を有する。

産業上の利用可能性

本発明は、基板のめっき装置及び方法に係り、特に半導体基板に形成された微細配線パターン（窪み）に銅（Cu）等の金属を充填する等の用途の基板のめっき方法及び装置に関する。本発明によれば、めっき処理及びそれに付帯する処理を单一のユニットで行うことができ、更に、基板の被めっき面とアノードとの間に満たされるめっき液中に気泡が残らないようにすることができます。

請求の範囲

1. 被めっき面を上方に向けて基板を保持する基板保持部と、該基板と接触して通電させるカソード電極と、該基板の被めっき面の上方に配置されたアノードと、前記基板保持部で保持された基板の被めっき面と該被めっき面に近接させた前記アノードとの間の空間にめっき液を注入するめっき液注入手段とを有することを特徴とする基板のめっき装置。
2. 前記アノードの下面には、保水性材料からなるめっき液含浸材が密着保持されていることを特徴とする請求項1記載の基板のめっき装置。
3. カソード部を有し、該カソード部の側方にめっき液トレーが配置され、前記アノードは、前記カソード部とめっき液トレーとの間を移動自在に構成されていることを特徴とする請求項1記載の基板のめっき装置。
4. カソード部を有し、該カソード部の側方には、前記基板保持部で保持された基板の被めっき面に向けて前処理液や洗浄液、気体等を噴射する複数のノズルが配置されていることを特徴とする請求項1記載の基板のめっき装置。
5. カソード部を有し、前記基板保持部は、下方の基板受渡し位置と、上方の前記基板の被めっき面の周縁部が前記カソード部に当接するめっき位置と、その中間の前処理・洗浄位置との間を昇降自在に構成されていることを特徴とする請求項1記載の基板のめっき装置。

6. 上方に向けカソード電極と導通させた基板の被めっき面の周縁部を水密的にシールし、この被めっき面の上方にアノードを近接させて配置して、被めっき面とアノードとの間の水密的にシールされた空間にめっき液を注入することを特徴とする基板のめっき方法。
7. 請求項 6 記載のめっきを行った後、めっき液回収ノズルによりめっきの残液を回収することを特徴とする基板のめっき方法。
8. 請求項 6 記載のめっき方法において、めっきを行う前プレコート・回収アームを基板に対峙する位置に移動させ、プレコートノズルよりプレコート液を供給してプレコート処理を行うことを特徴とする基板のめっき方法。
9. 前記被めっき面とアノードとの間に空間に保水性材料からなるめっき液含浸部材を配置し、この部材にめっき液を含ませることを特徴とする請求項 6 記載の基板のめっき方法。
10. 基板保持部で基板を保持し、該基板の被めっき面の上方に配置されたアノードと、該基板と接触して通電させるカソード電極とを備え、前記被めっき面とアノードとの間に空間に保水性材料からなるめっき液含浸部材を配置してめっきを行うことを特徴とする基板のめっき装置。
11. 前記めっき液含浸部材は、高抵抗構造体であることを特徴とする請求項 10 記載の基板のめっき装置。

12. 前記めっき液含浸部材は、セラミックスからなることを特徴とする請求項10記載の基板のめっき装置。

13. 前記めっき液含浸部材は、基板の被めっき面に接触させない状態で、前記めっき液含浸部材と前記基板の被めっき面との間の隙間にめっき液を満たした状態でめっきを行うことを特徴とする基板のめっき装置。

14. 基板保持部で基板を保持した状態で、めっき処理、洗浄・乾燥処理を各動作位置に対応させて昇降させることにより、単一のユニットで処理を行うことを特徴とする基板のめっき装置。

15. 前記基板のめっき装置は、前記基板の被めっき面の上方に配置されたアノードと、前記基板と接触して通電させるカソード電極とを備え、前記被めっき面と前記アノードとの間の空間に保水性材料からなるめっき液含浸部材を配置したことを特徴とする請求項14記載の基板のめっき装置。

16. 基板を収納するロード・アンロード部から基板を搬送ロボットで取り出してめっきユニットの内部に搬送し、前記ユニット内の基板保持部で基板を保持し、前記基板保持部で基板を保持した状態でめっき処理、洗浄・乾燥処理を各動作に対応させて昇降させることにより、単一のユニットで処理を行うことを特徴とする基板のめっき方法。

17. 基板を収納するロード・アンロード部と、めっき処理及びその付帯処理を単一のユニットで行うめっきユニットと、ロード・アンロード部とめっきユニットとの間で基板の受け渡しを行う搬送ロボットからなることを特徴とする基板のめっき装置。

18. 基板保持部で基板を保持し、該基板の被めっき面の上方に配置されたアノードと、該基板と接触して通電させるカソード電極と、純水供給用ノズルを備えためっき装置であって、めっき終了後に該ノズルから純水を供給することにより、前記基板と前記カソード電極を同時に洗浄することを特徴とする基板のめっき装置。

19. 基板を保持する基板保持部と、
該基板保持部で保持された基板と接触して通電させるカソード電極と、
前記基板に近接して配置されたアノードと、
前記基板保持部で保持された基板の被めっき面と該被めっき面に近接させたアノードとの間の空間にめっき液を注入するめっき液注入手段とを有し、
前記めっき液注入手段は、前記アノードの一部またはアノード外周部に配置しためっき液注入経路からアノードと基板の被めっき面の間にめっき液が注入されて基板の被めっき面に拡がるように構成されていることを特徴とする基板のめっき装置。

20. 被めっき面を上方に向けて基板を保持する基板保持部と、該基板保持部で保持された基板の被めっき面のめっき液を保持するシール材と該基板と接触して通電させるカソード電極とを備えたカソード部と、

該カソード部に近傍して水平垂直動自在なアノードを備えた電極アーム部と、

前記基板保持部で保持された基板の被めっき面と該被めっき面に近接させたアノードとの間の空間にめっき液を注入するめっき液注入手段とを有し、

前記めっき液注入手段は、前記アノードの一部に設けた貫通するめっき液注入孔又はアノード外周部に配置したノズルからアノードと基板の被めっき面の間にめっき液が注入されて基板の被めっき面に拡がるように構成されていることを特徴とする請求項19記載の基板のめっき装置。

21. 前記めっき液注入手段は、アノードの基板対向面と反対の面に該アノードの直径方向に沿って配置されめっき液供給管に接続されためっき液導入経路を有し、このめっき液導入経路のアノード側の面に設けられためっき液導入孔に対向する位置に前記めっき液注入孔が設けられていることを特徴とする請求項20記載の基板のめっき装置。

22. 前記めっき液注入手段は、アノードの基板対向面と反対の面に十字状、放射状又は円周状に配置されめっき液供給管に接続されためっき液導入経路を有し、このめっき液導入経路のアノード側の面に設けられためっき液導入孔に対向する位置に前記めっき液注入孔が設けられていることを特徴とする請求項19記載の基板のめっき装置。

23. カソード電極と通電させた基板の被めっき面の少なくとも一部にアノードを近接させて配置して、被めっき面とアノードとの間にめっき液を注入するにあたり、

基板の被めっき面とアノードとの間を架橋するめっき液柱を形成し、該めっき液柱を起点としてめっき液を注入することを特徴とする基板のめっき方法。

24. 前記アノードの一部またはアノード外周部に配置しためっき液注入経路から基板の被めっき面とアノードとの間にめっき液を注入することを特徴とする請求項23記載の基板のめっき方法。

25. カソード電極と通電させた基板の被めっき面の少なくとも一部にアノードを近接させて配置して、被めっき面とアノードとの間の空間をめっき液で満たすにあたり、

基板の被めっき面にめっき液を張り、

基板とアノードとを相対的に回転させながら徐々に近づけることを特徴とする基板のめっき方法。

26. 前記アノードの基板対向面には、保水性を有する多孔質体からなるめっき液含浸材が配置され、このめっき液含浸材の基板対向面には、該めっき液含浸材と基板との相対的な回転によって、この間のめっき液を放射状に外方に拡がらせる手段が備えられていることを特徴とする請求項25記載の基板のめっき方法。

27. 陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に満たした電解液の少なくとも一部に、該電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率の高抵抗構造体を設けて被処理基板表面の電解処理を行うことを特徴とする電解処理方法。

28. 前記高抵抗構造体は、その等価回路における抵抗が、被処理基板の表面に形成された導電層の前記電極との接点と該接点から電気的に最も離れた部分との間の等価回路における抵抗より高くなるように構成されていることを特徴とする請求項27記載の電解処理方法。

29. 基板保持部で基板を上向きに保持した状態で、請求項27記載の電解処理を行うことを特徴とする電解処理方法。

30. 陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、前記電解液の少なくとも一部に、該電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率の高抵抗構造体を設けたことを特徴とする電解処理装置。

31. 基板保持部で基板を上向きに保持した状態で、電解処理を行う基板保持部を有することを特徴とする請求項30記載の電解処理装置。

3 2 . 前記高抵抗構造体は、その等価回路における抵抗が、被処理基板の表面に形成された導電層の前記電極との接点と該接点から電気的に最も離れた部分との間の等価回路における抵抗より高くなるように構成されていることを特徴とする請求項 3 0 記載の電解処理装置。

3 3 . 前記高抵抗構造体は、内部に電解液を含有した多孔質物質で構成されていることを特徴とする請求項 3 0 記載の電解処理装置。

3 4 . 前記多孔質物質は、多孔質セラミックスであることを特徴とする請求項 3 3 記載の電解処理装置。

3 5 . 前記高抵抗構造体は、該高抵抗構造体を挟んで前記電解液を複数に分割するように設けられていることを特徴とする請求項 3 0 記載の電解処理装置。

3 6 . 陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と、該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に満たした電解液の少なくとも一部に、該電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率の高抵抗構造体を設け、該高抵抗構造体の外形状、内部構造、又は電気伝導率の異なる部材の装着の内の少なくとも一つの調整により、被処理基板表面の電場を制御することを特徴とする電解処理装置の電場状態制御方法。

3 7 . 前記外形状の調整は、高抵抗構造体の厚みの調整、高抵抗構造体の平面上での形状の調整の内の少なくとも何れか一つであることを特徴とする請求項 3 6 記載の電解処理装置の電場状態制御方法。

3 8 . 前記高抵抗構造体は、多孔質物質で構成されており、多孔質物質の内部構造の調整は、多孔質物質の気孔径分布の調整、気孔率分布の調整、屈曲率分布の調整、材料組み合わせの調整の内の少なくとも何れか一つであることを特徴とする請求項 3 6 記載の電解処理装置の電場状態制御方法。

3 9 . 前記電気伝導率の異なる部材の装着による調整は、電気伝導率の異なる部材によって高抵抗構造体の遮蔽面積を調整することであることを特徴とする請求項 3 6 記載の電解処理装置の電場状態制御方法。

4 0 . 陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と、該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、

前記電解液の少なくとも一部に、該電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率の高抵抗構造体を設け、

且つ前記高抵抗構造体の外形状、内部構造、又は電気伝導率の異なる部材の装着の内の少なくとも何れか一つの調整手段によって、被処理基板表面の電場を制御することを特徴とする電解処理装置。

4 1 . 前記外形状の調整手段は、高抵抗構造体の厚みの調整、高抵抗構造体の平面上での形状の調整の内の少なくとも何れか一つであることを特徴とする請求項 4 0 記載の電解処理装置。

4 2 . 前記高抵抗構造体は、多孔質物質で構成されており、多孔質物質の内部構造の調整手段は、多孔質物質の気孔径分布の調整、気孔率分布の調整、屈曲率分布の調整、材料組み合わせの調整の内の少なくとも何れか一つであることを特徴とする請求項 4 0 記載の電解処理装置。

4 3 . 前記電気伝導率の異なる部材の装着による調整手段は、電気伝導率の異なる部材によって高抵抗構造体の遮蔽面積を調整することあることを特徴とする請求項 4 0 記載の電解処理装置。

4 4 . 陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と、該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、

前記電解液の少なくとも一部に、該電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率の高抵抗構造体を設け、

前記高抵抗構造体はその外周が保持部材によって保持されており、且つ高抵抗構造体と保持部材の間にはこの部分から電解液が漏れて電流が流れるのを防止するシール部材が設けられていることを特徴とする電解処理装置。

45. 陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、

前記他方の電極と被処理基板の間に電解液含浸材を配置するとともに、前記他方の電極には電解液を電解液含浸材内に供給する電解液導通孔を設け、前記電解液導通孔の内部に管を挿入し、前記管を通して電解液含浸材内に供給した電解液を電解液含浸材の反対面から供給して電解液含浸材と被処理基板間に満たすことを特徴とする電解処理装置。

46. 前記電解液含浸材には、前記電解液導通孔に連続するように電解液通路部を設けたことを特徴とする請求項45記載の電解処理装置。

47. 陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、

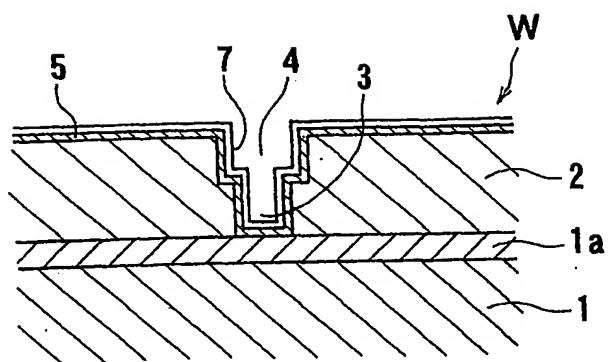
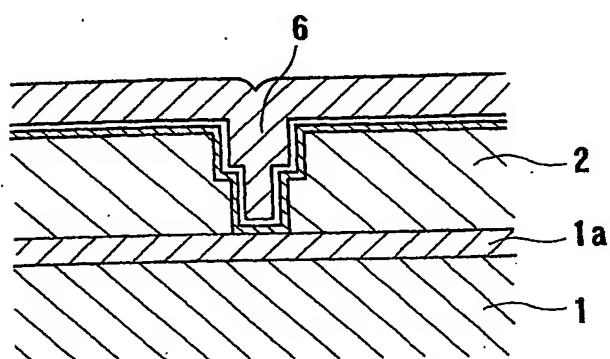
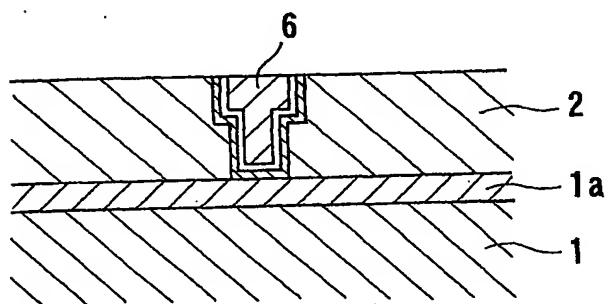
前記他方の電極と被処理基板の間に電解液含浸材を設置し、且つ前記電解液含浸材内に所定深さの電解液通路部を形成することで、前記他方の電極側から電解液通路部を通して電解液含浸材内に供給した電解液を電解液含浸材の反対面から供給して電解液含浸材と被処理基板間に満たすことを特徴とする電解処理装置。

48. 前記他方の電極と電解液含浸材との間に電解液を溜める液溜め部を設け、この液溜め部に溜めた電解液を前記電解液含浸材内に供給することを特徴とする請求項47記載の電解処理装置。

49. 陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、

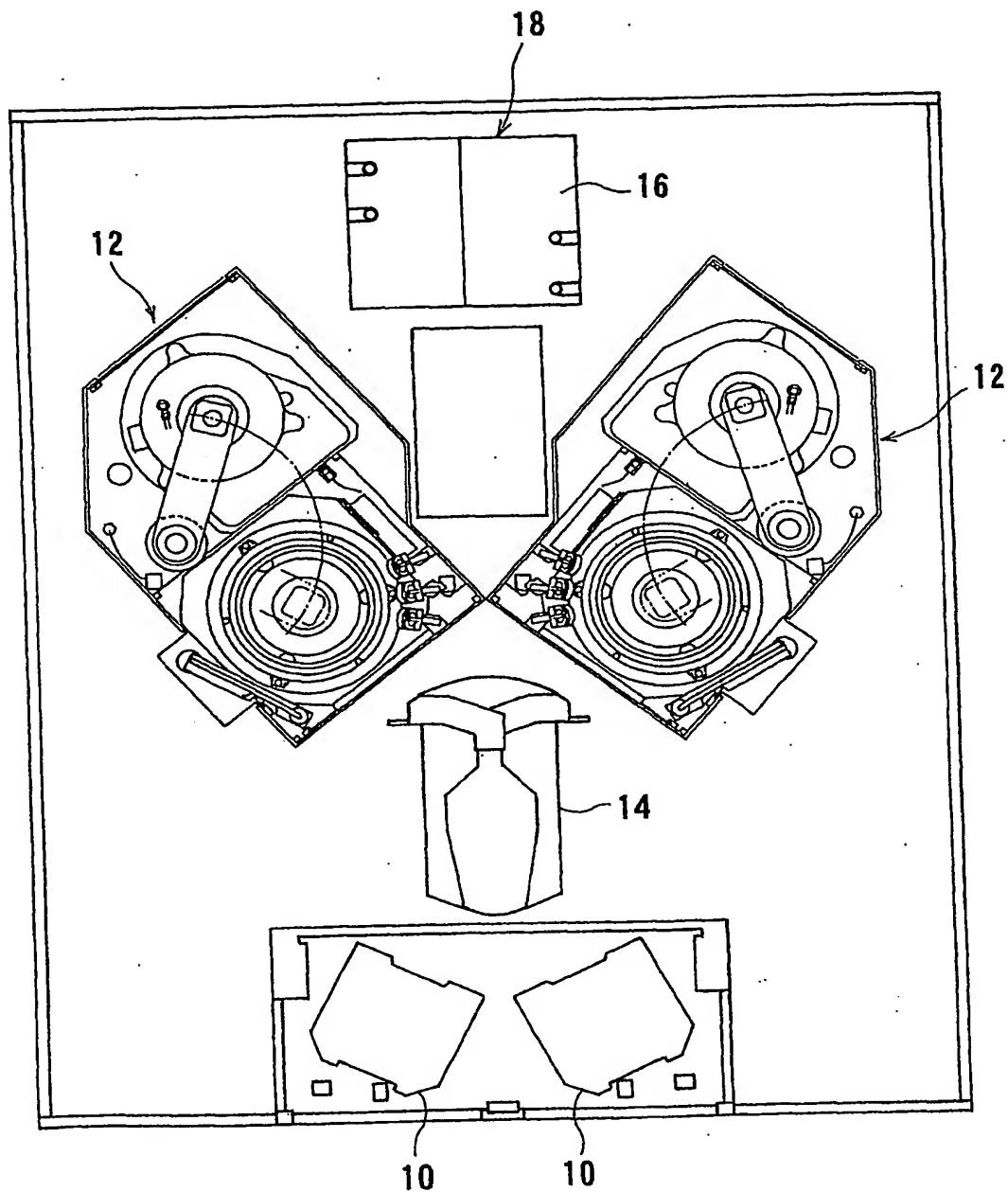
前記他方の電極と被処理基板の間に電解液含浸材を設置し、且つ前記電解液含浸材はその場所に応じて電解液含浸材を通過する電解液の通過抵抗が異なるように構成することで、前記他方の電極側から電解液含浸材内に供給した電解液を電解液含浸材の反対面からその場所に応じた供給量で供給して電解液含浸材と被処理基板間に満たすことを特徴とする電解処理装置。

1/62

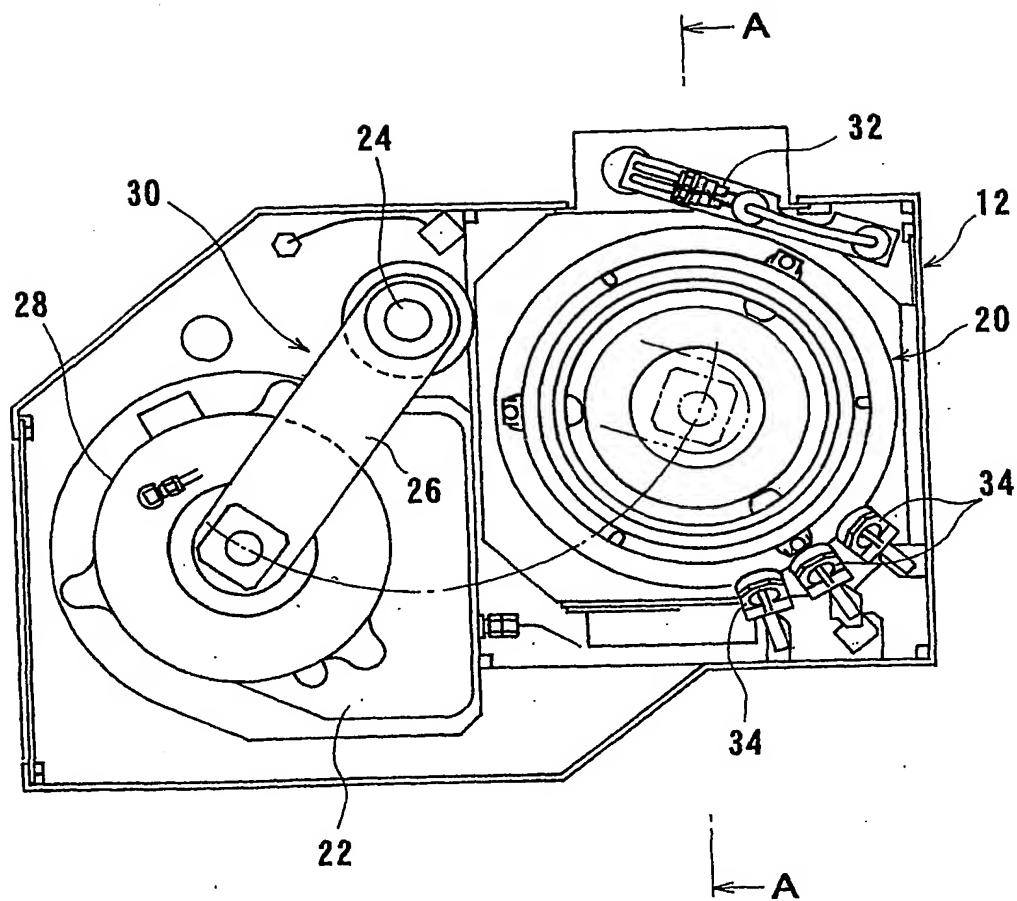
F / G. 1 A**F / G. 1 B****F / G. 1 C**

2/62

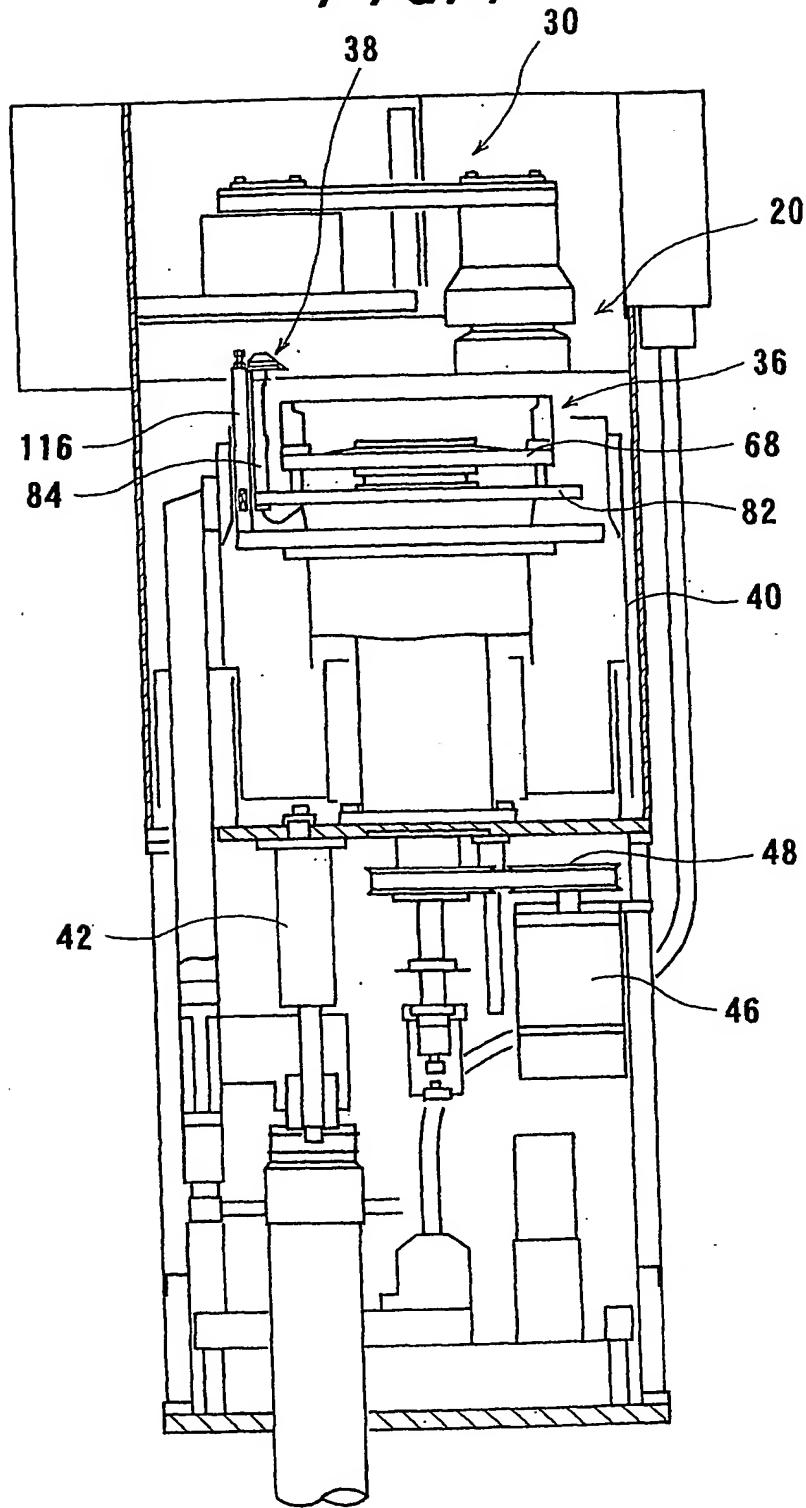
FIG. 2



3/62

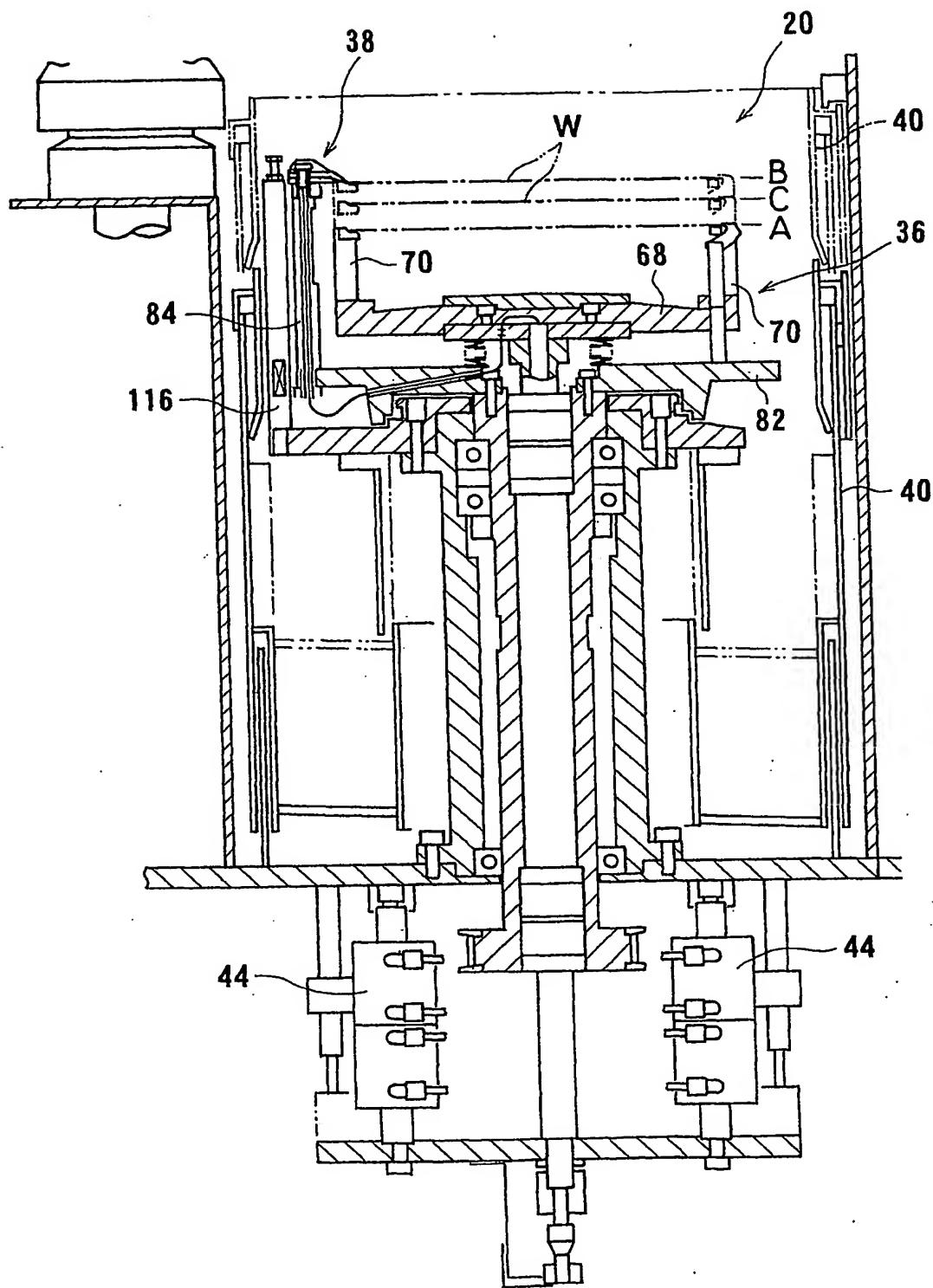
F / G. 3

4/62
FIG. 4



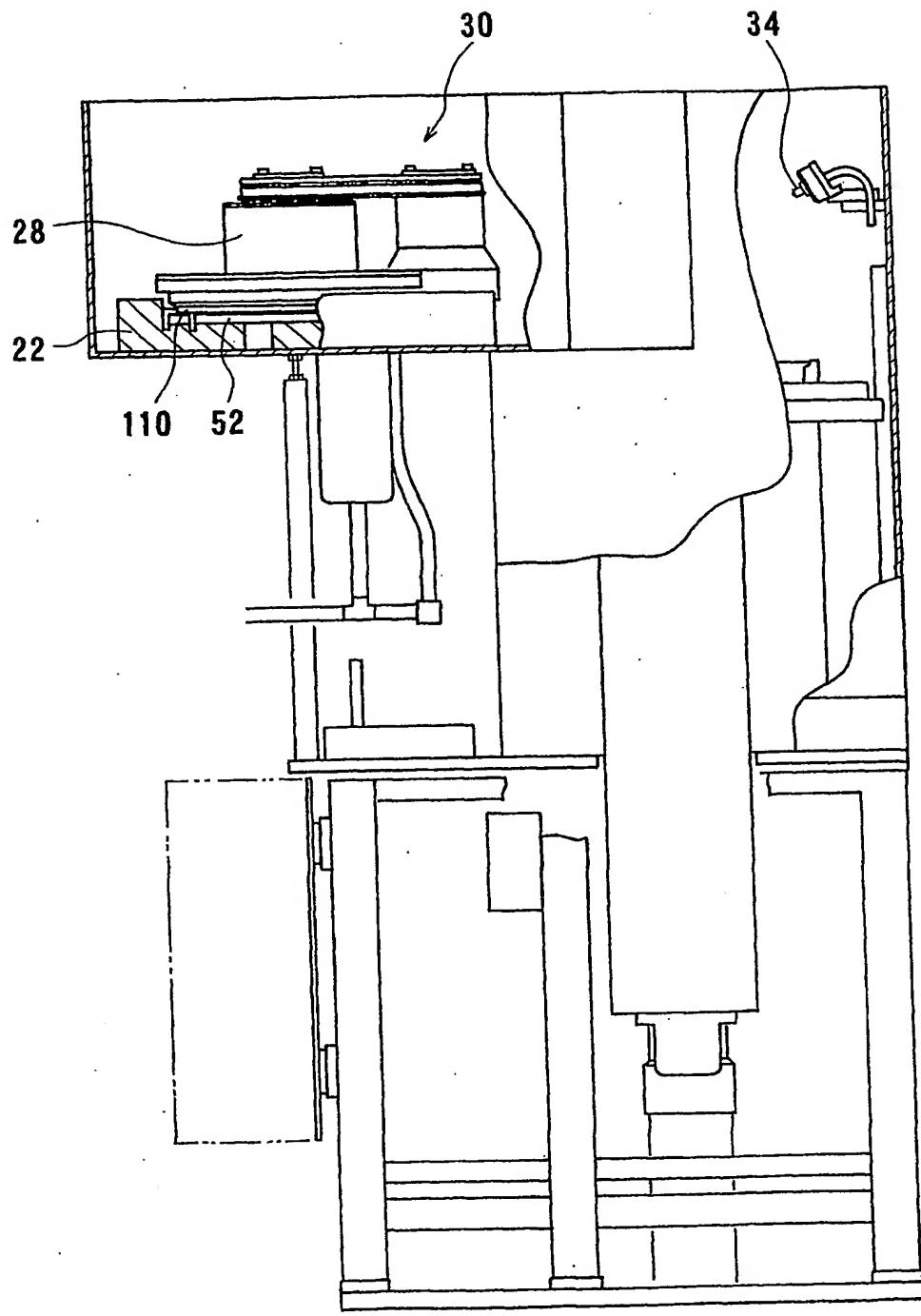
5/82

FIG. 5



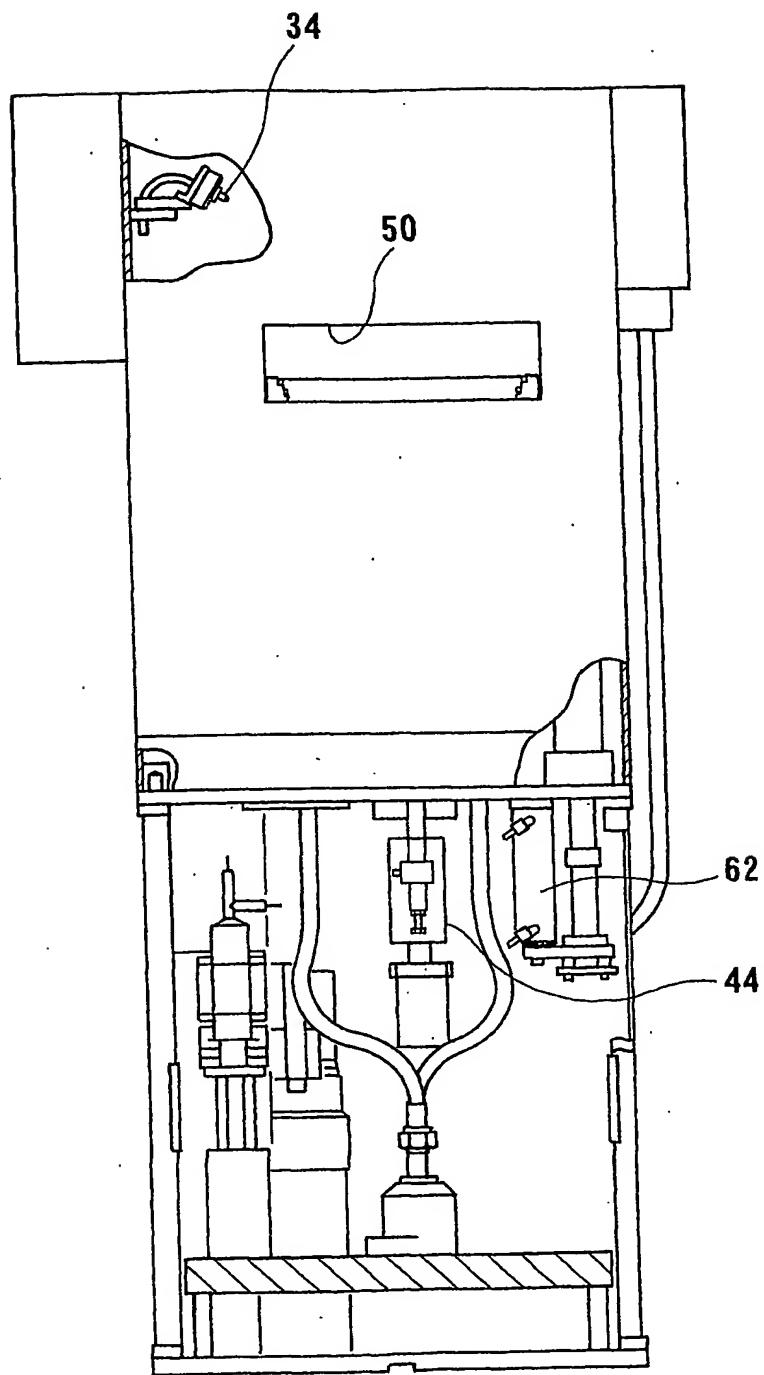
6/62

FIG. 6



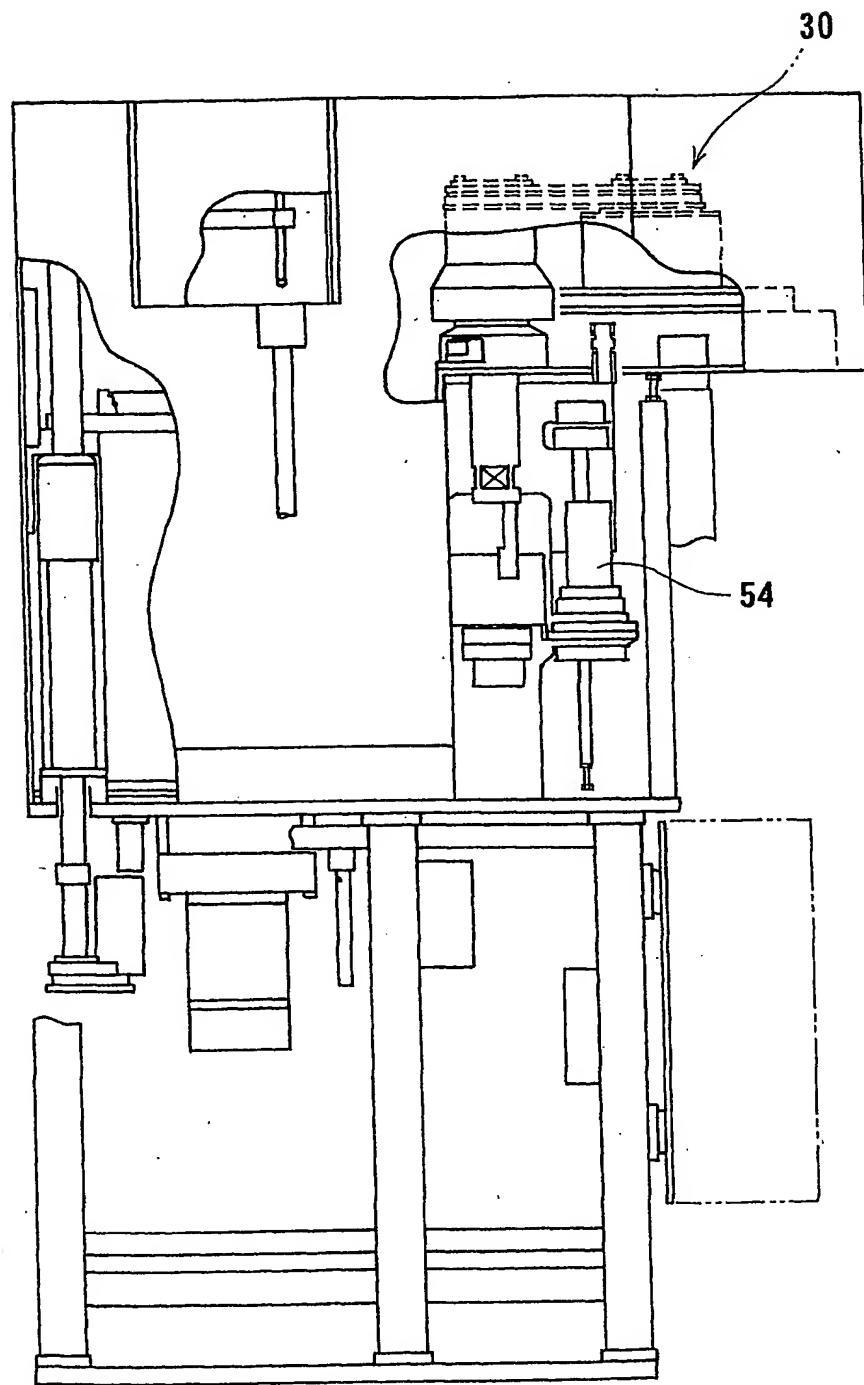
7/62

FIG. 7

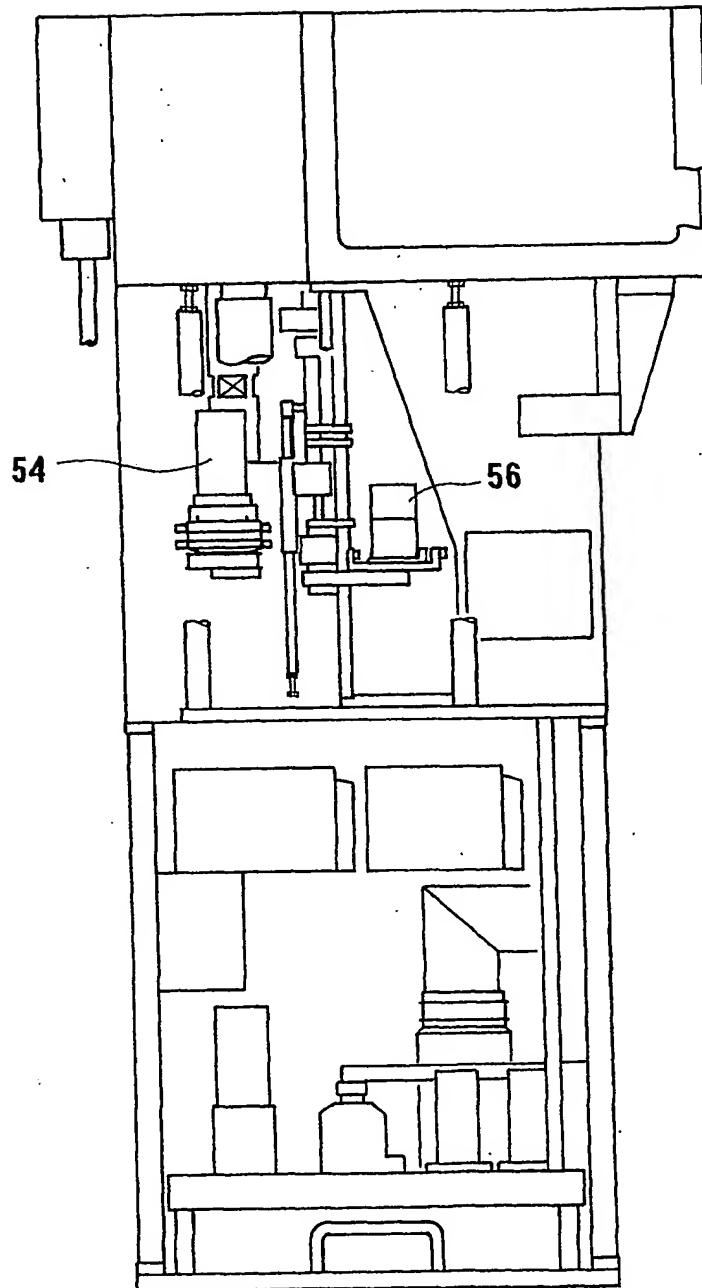


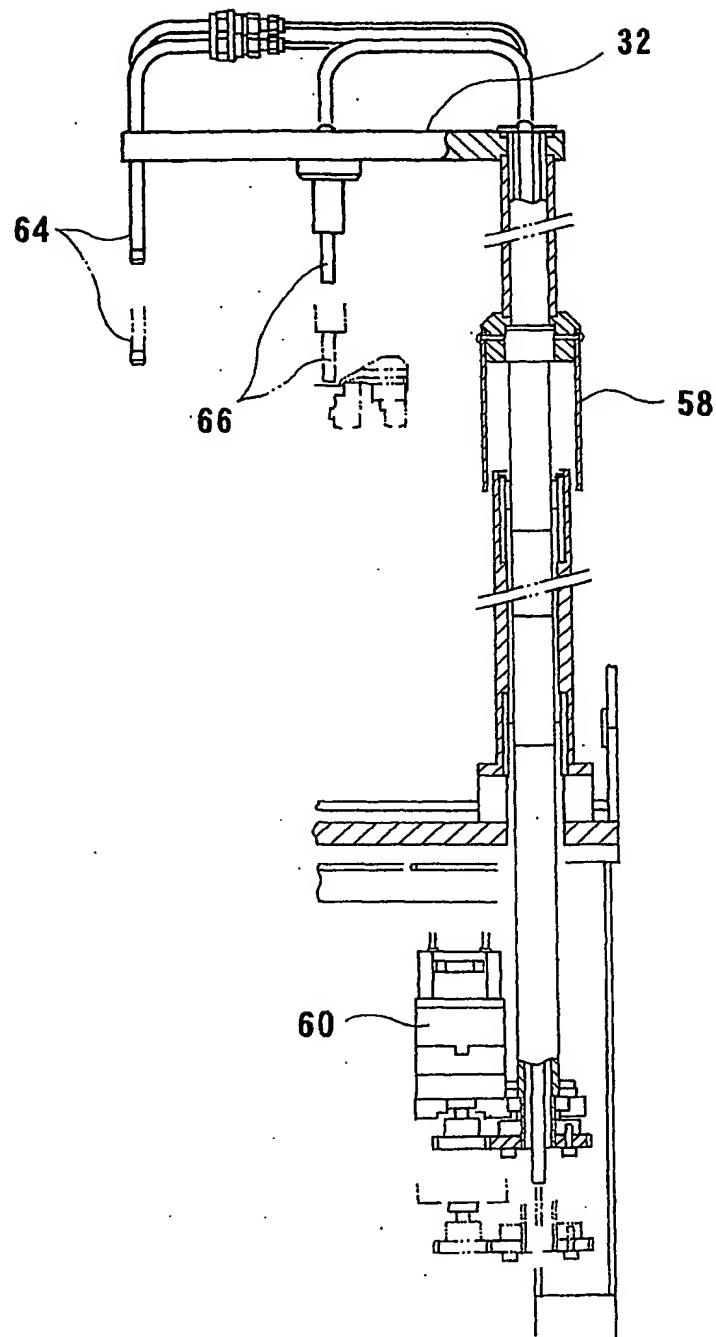
8/62

FIG. 8



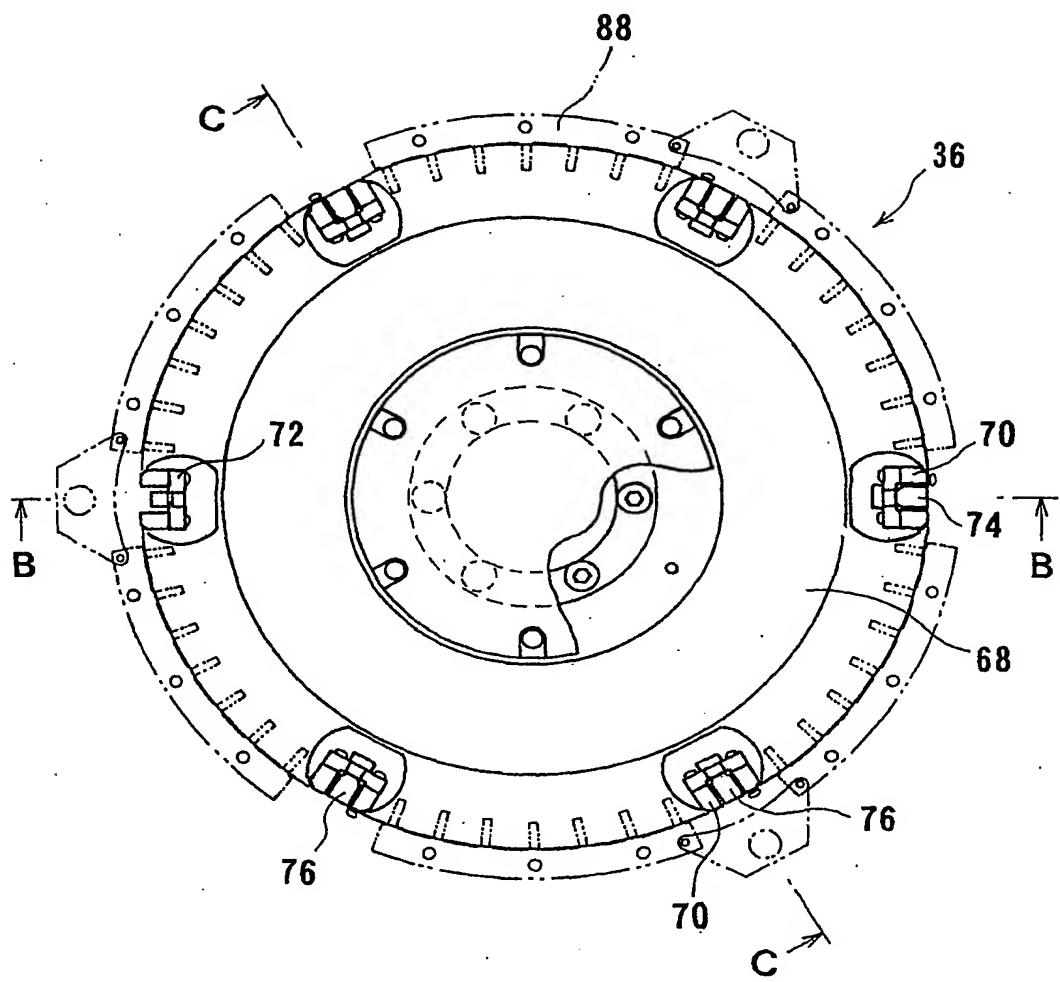
9/62

F / G. 9

*10/62**F / G. 10*

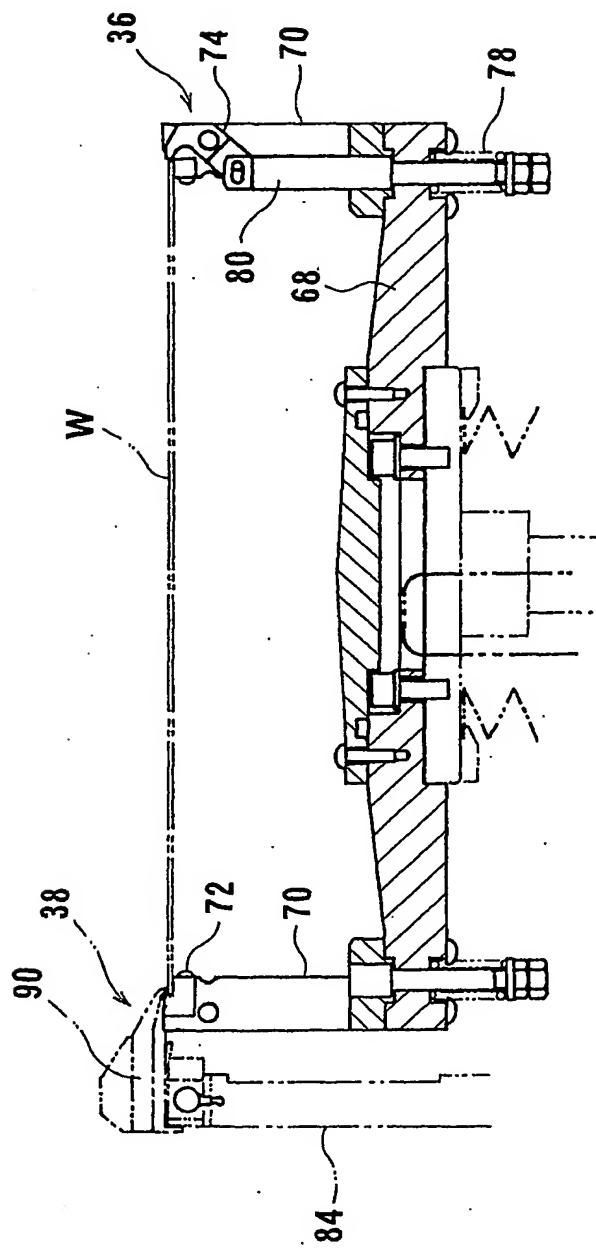
11/62

FIG. 11



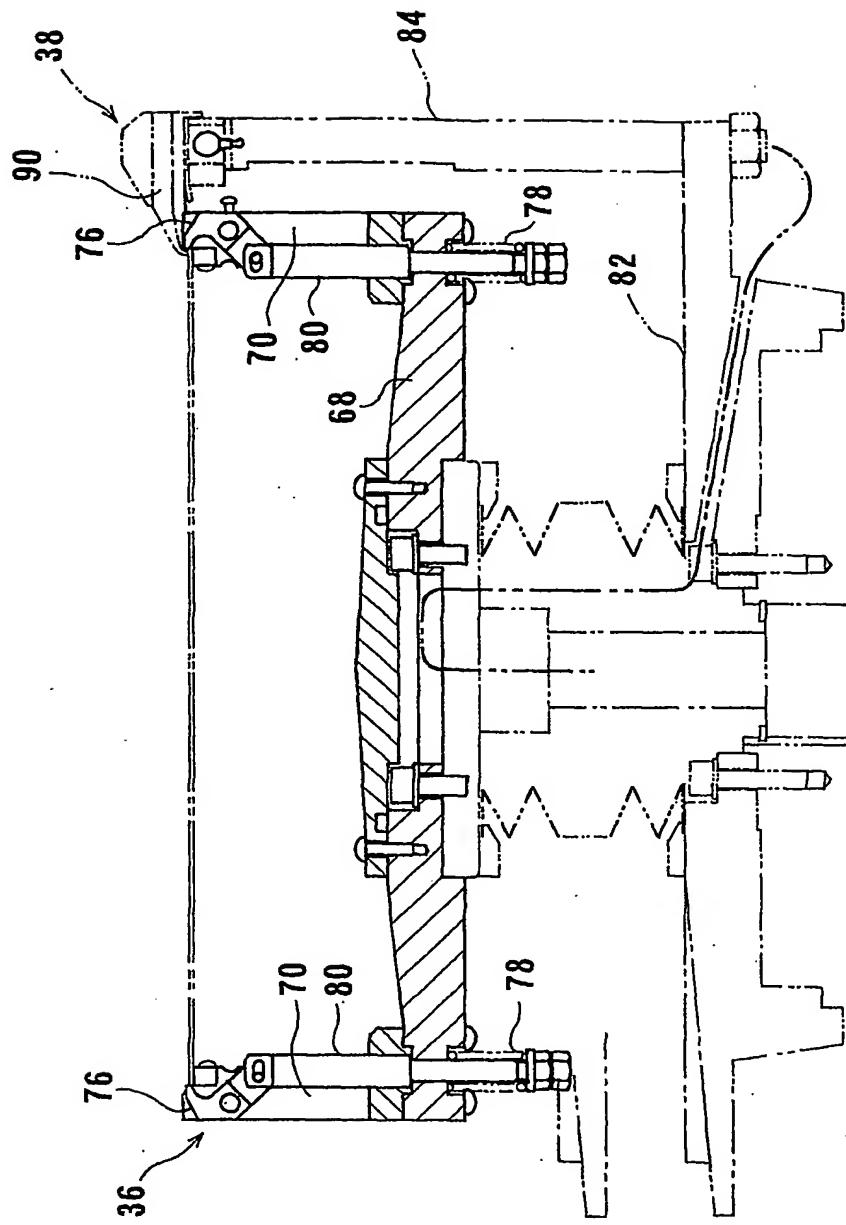
12/62

FIG. 12



13/62

FIG. 13



14/62

FIG. 14

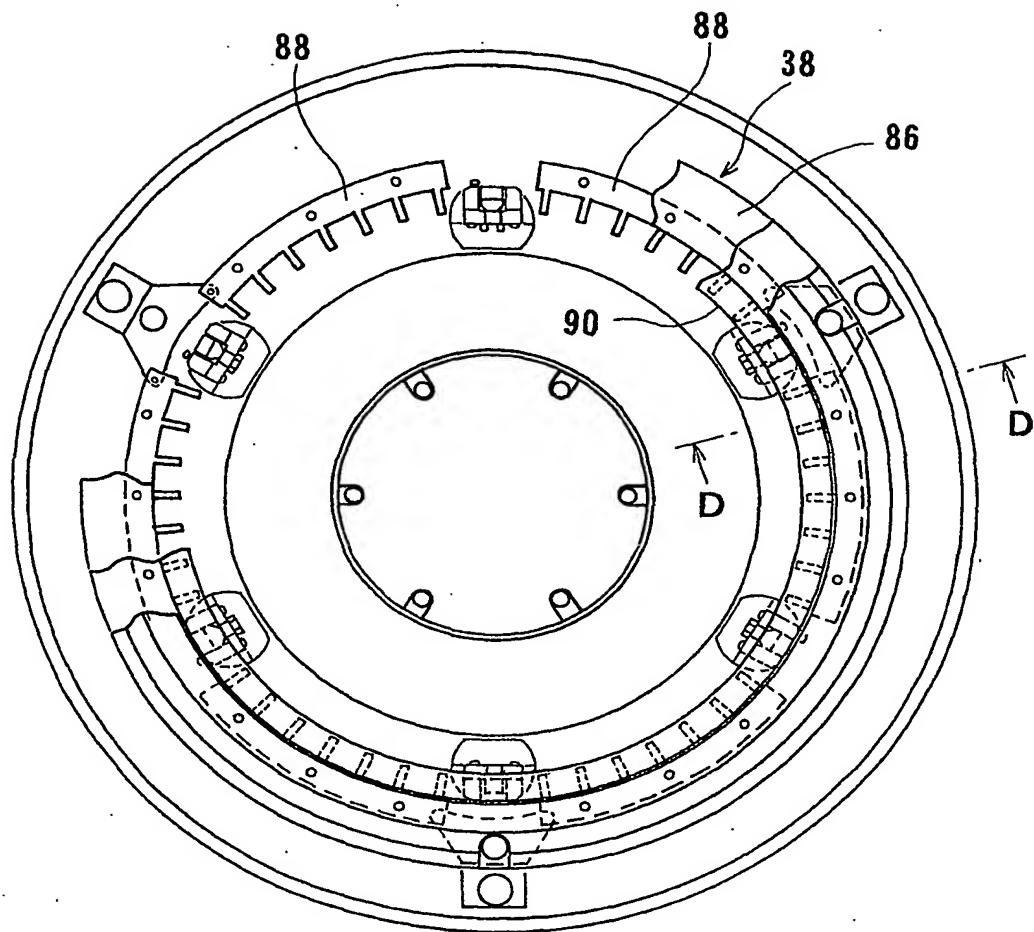
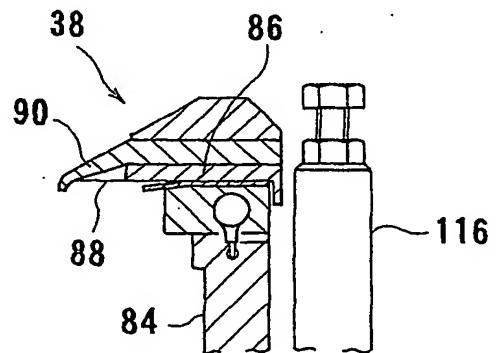
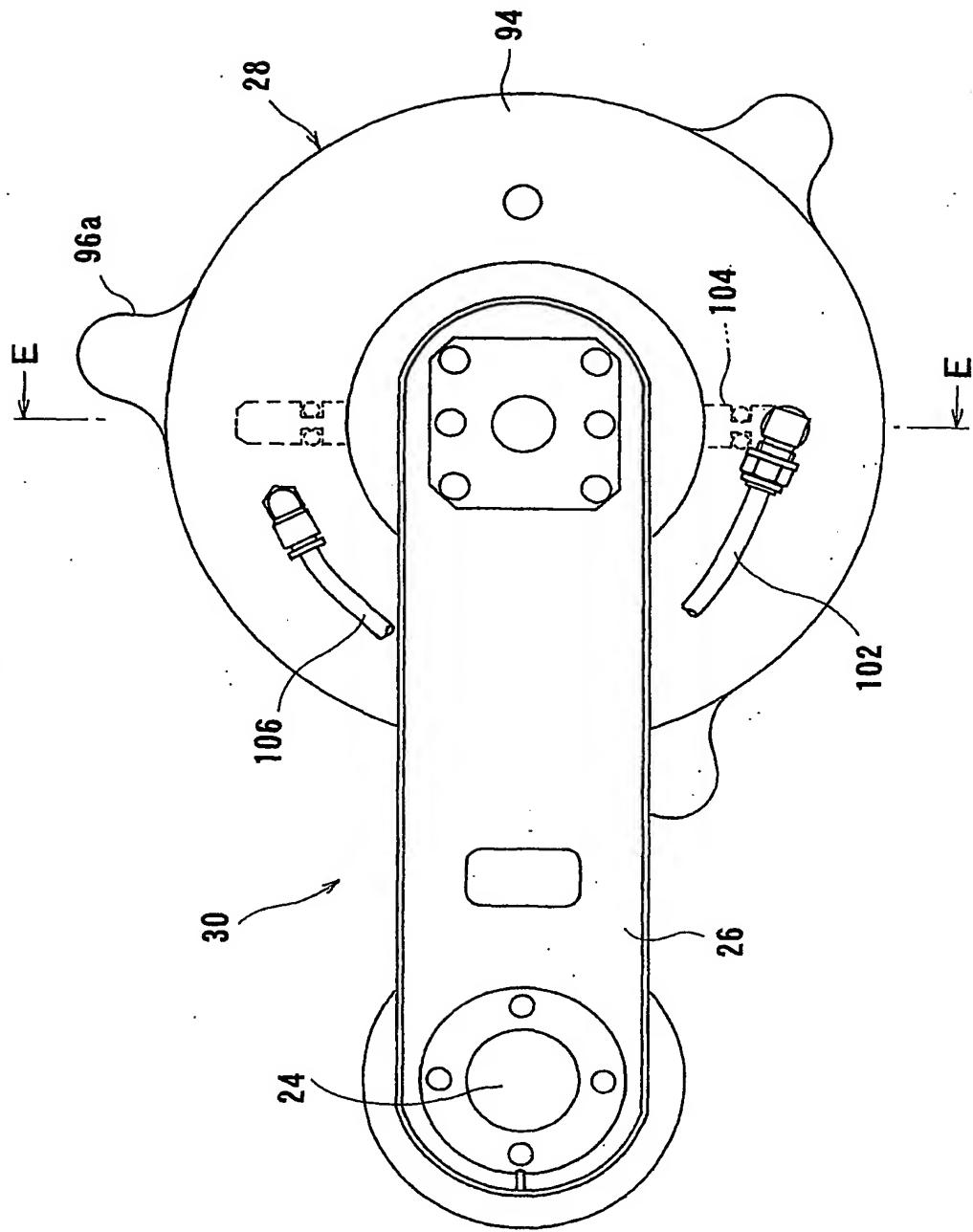


FIG. 15



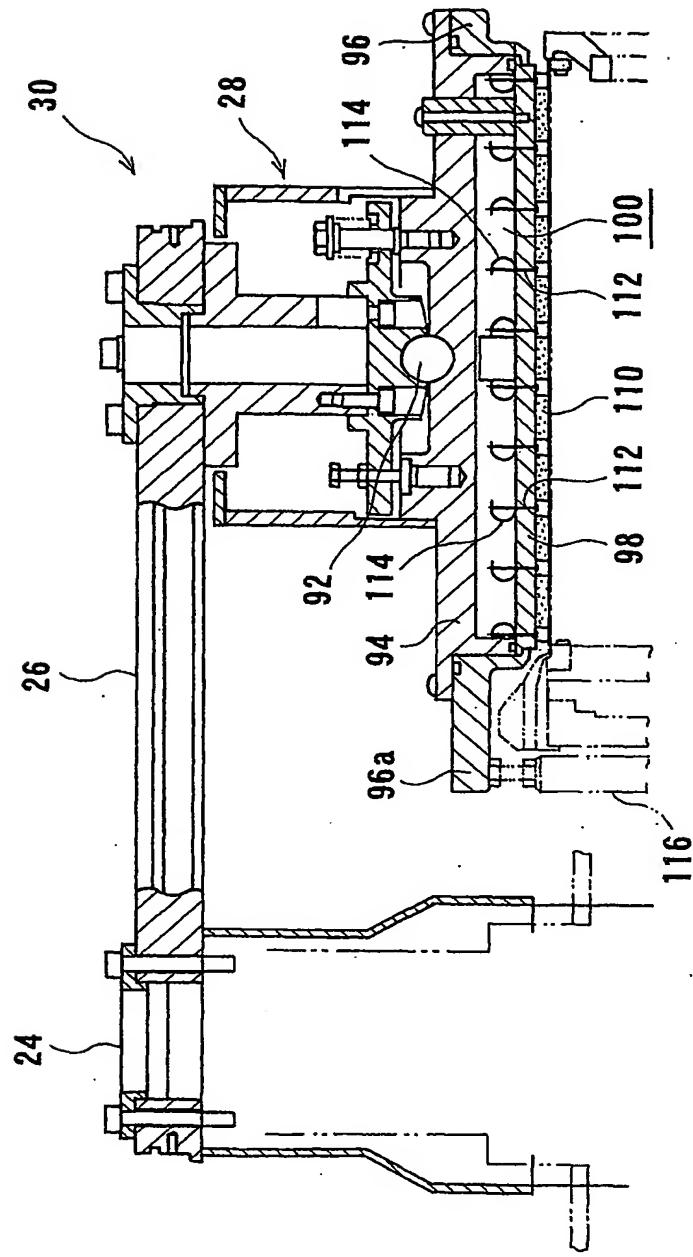
15/62

FIG. 16



16/62

FIG. 17



17/62

FIG. 18

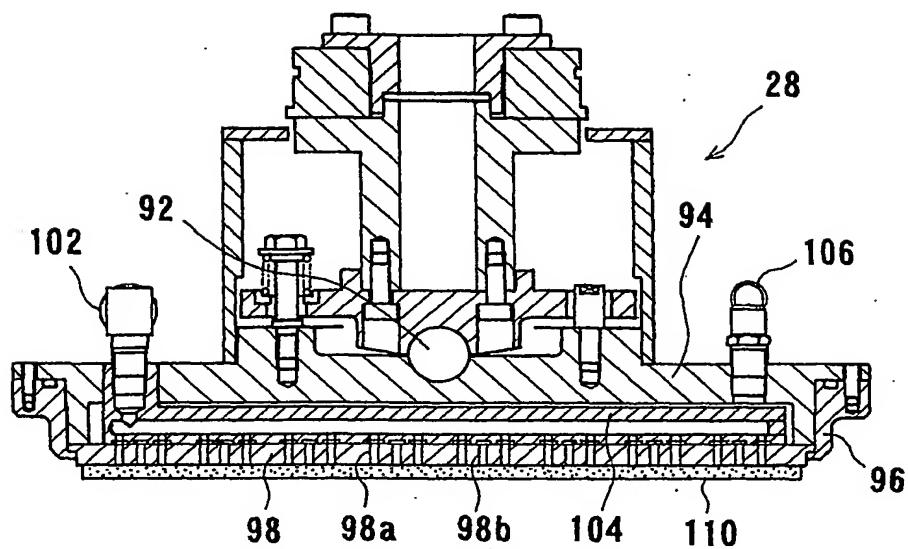
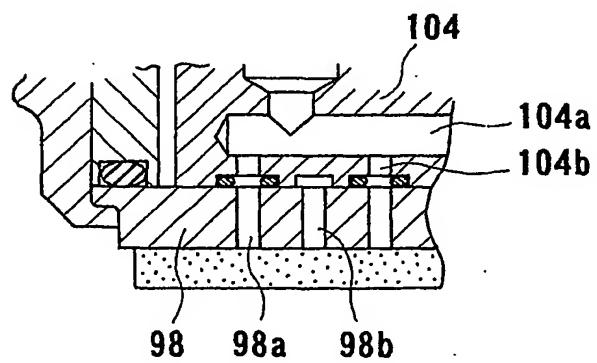
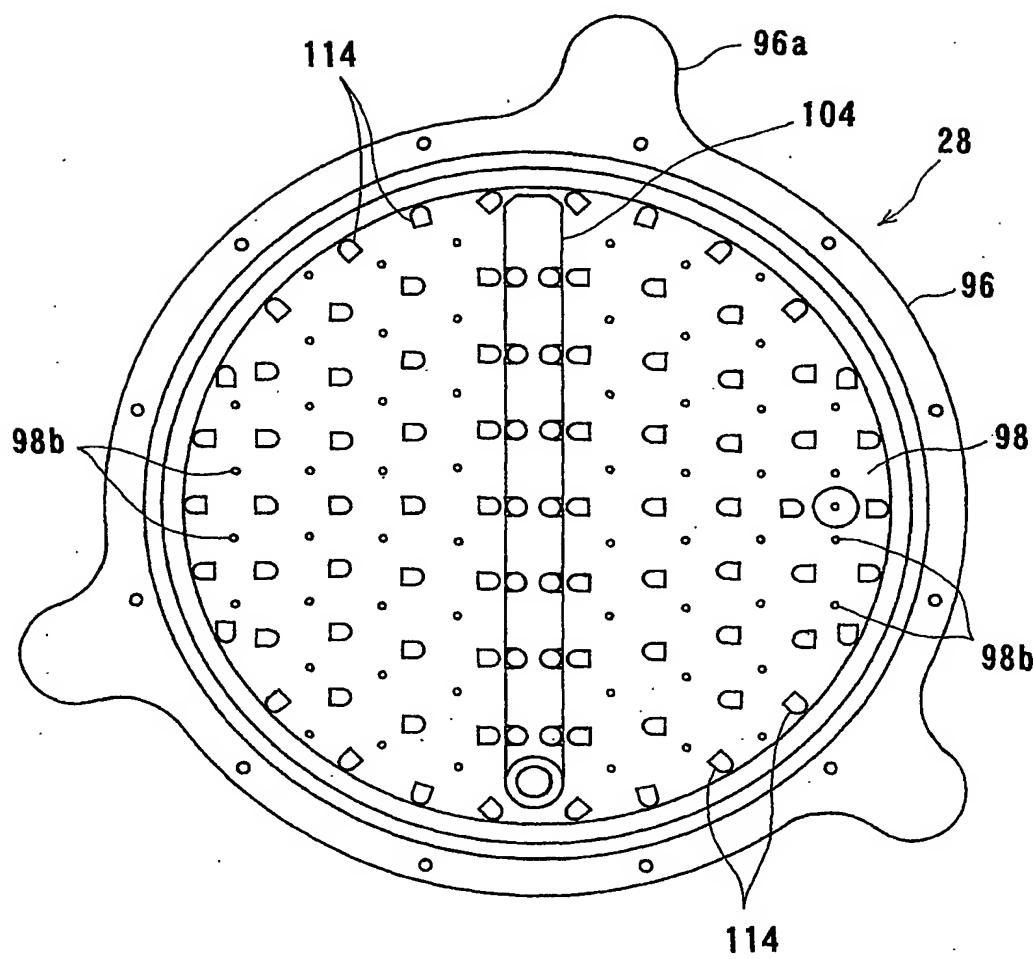


FIG. 19



18/62

FIG. 20



19/62

FIG. 21

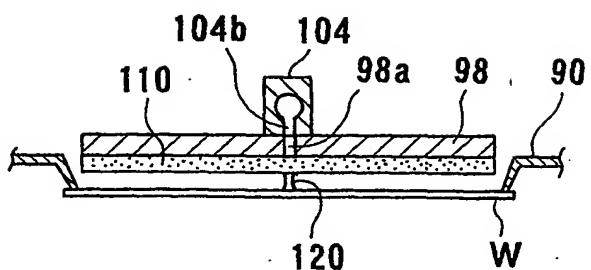
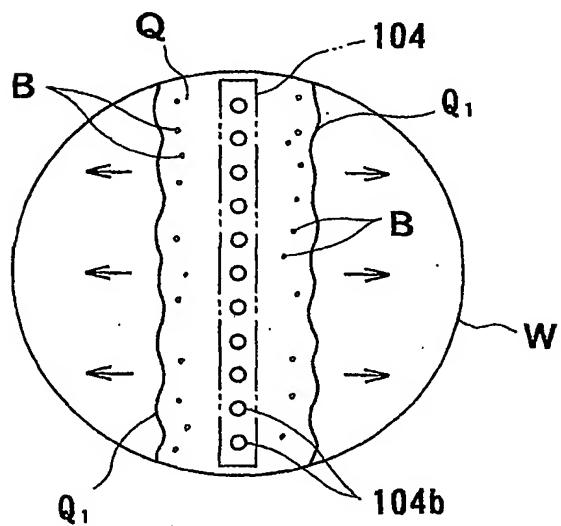


FIG. 22



20/62

FIG. 23A

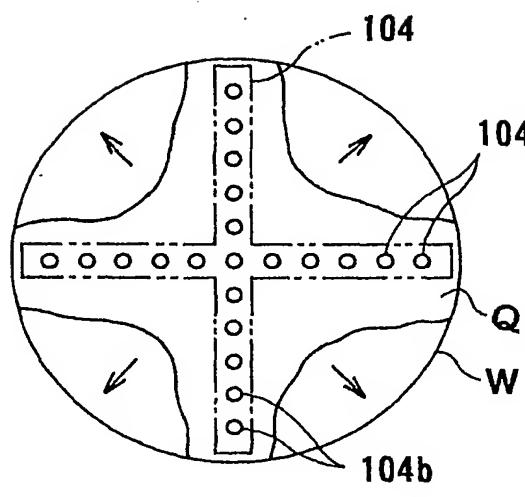
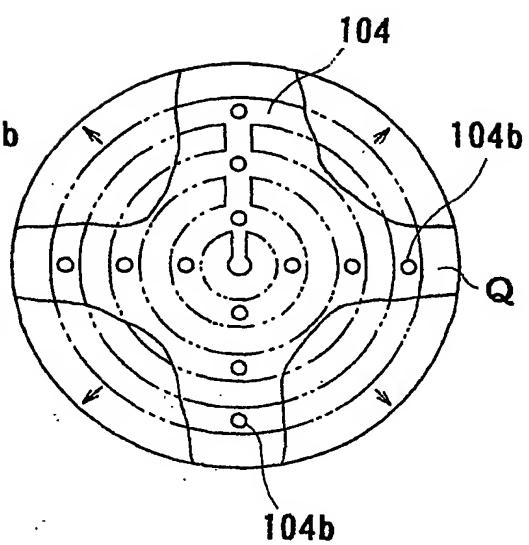


FIG. 23B



21/62

FIG. 24

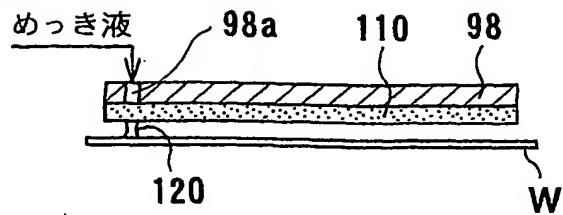


FIG. 25

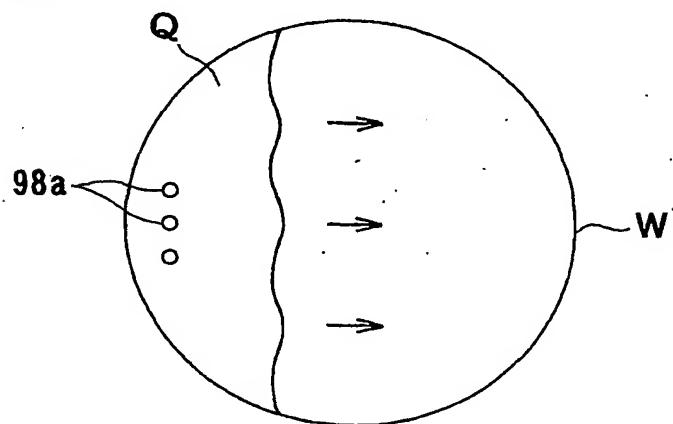


FIG. 26

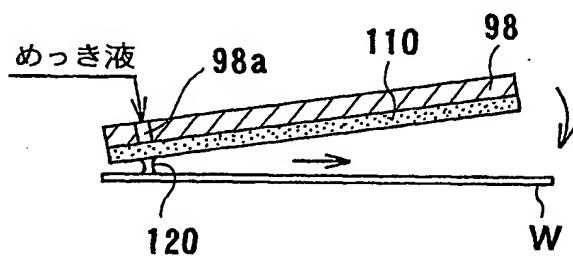
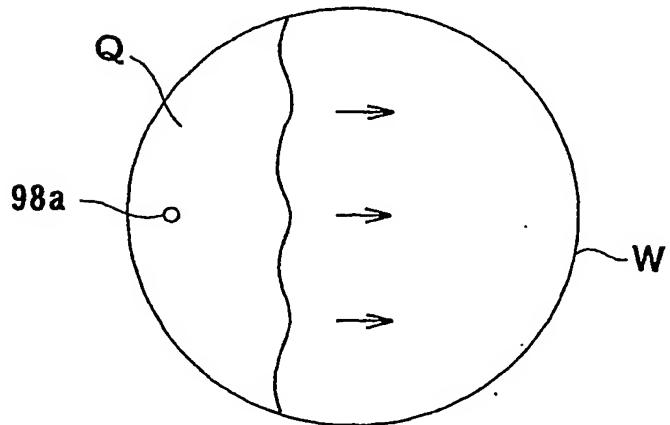
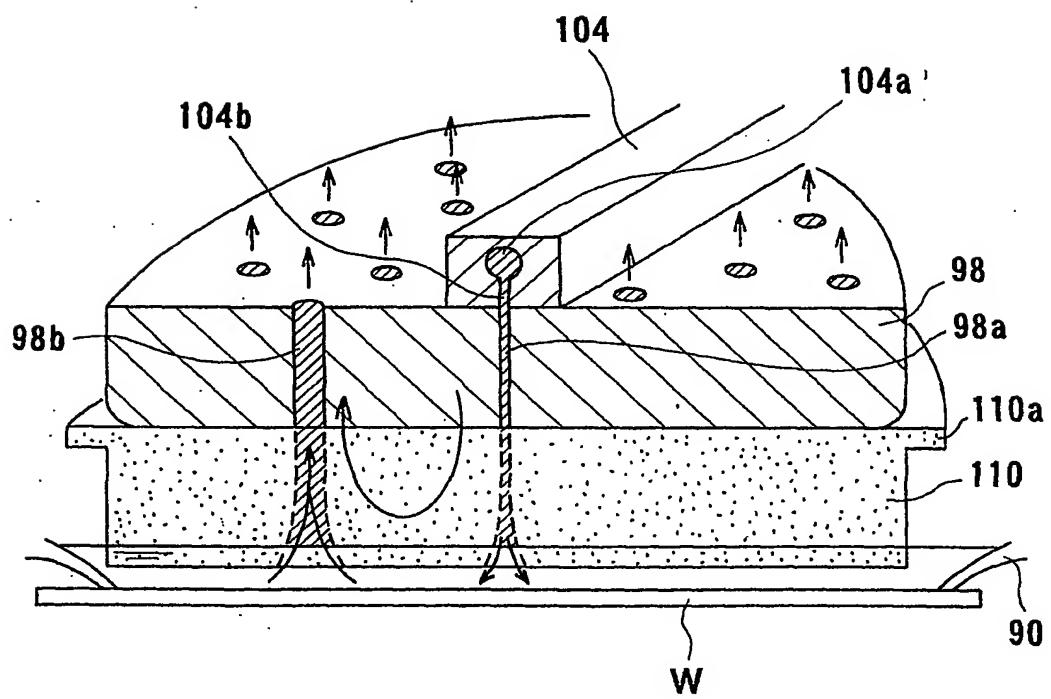


FIG. 27



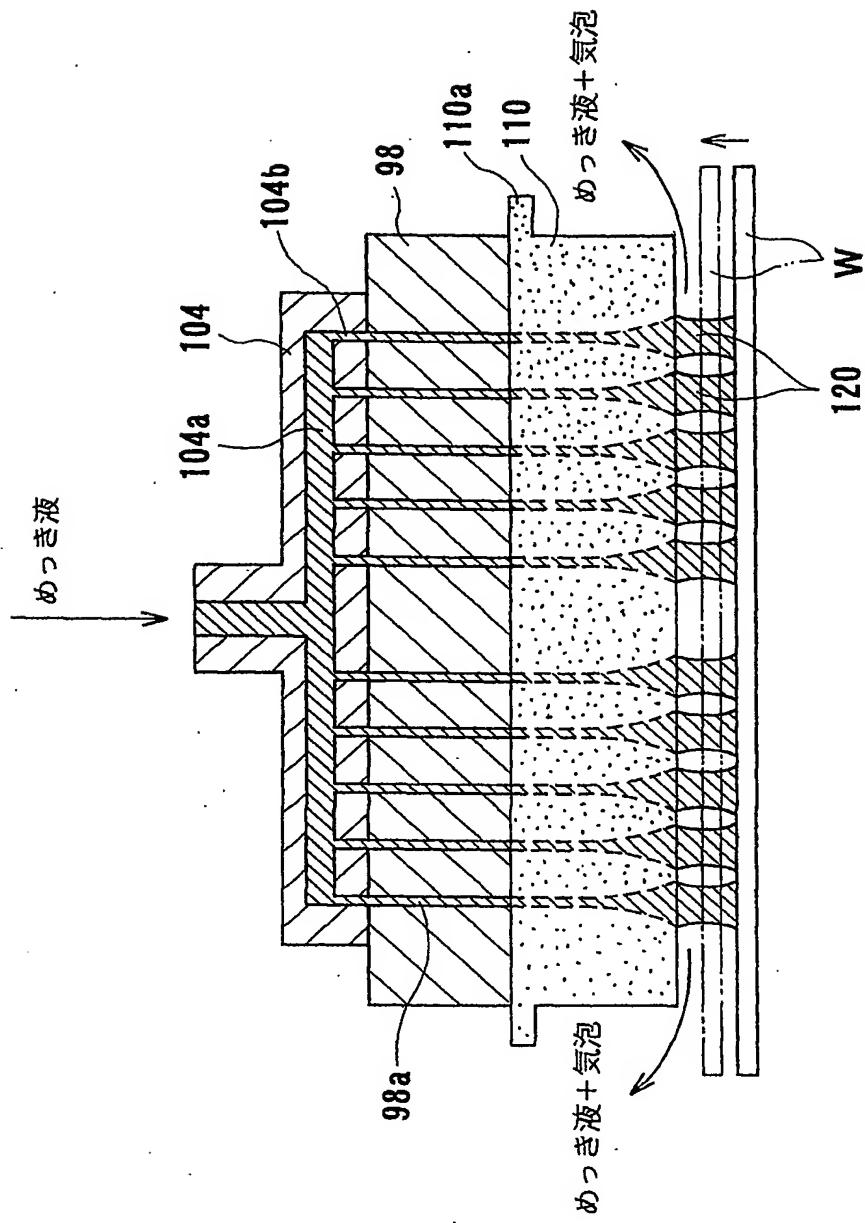
22/62

F / G. 28



23/62

FIG. 29



24/62

FIG. 30

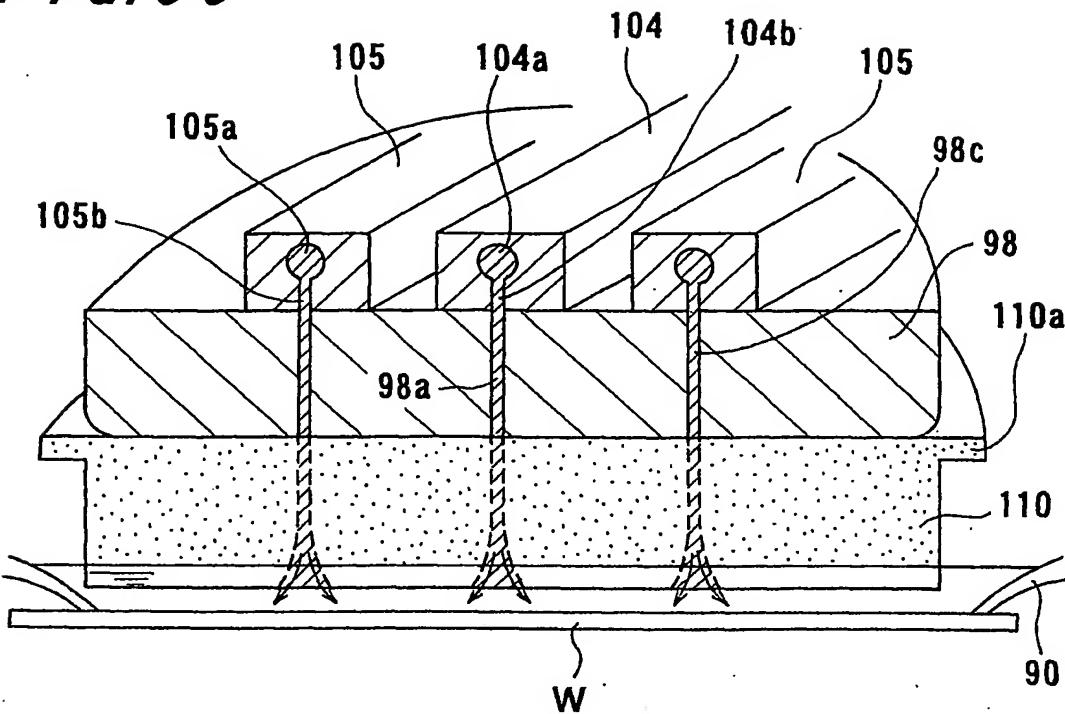


FIG. 31A

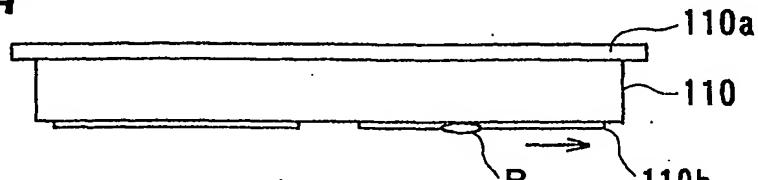
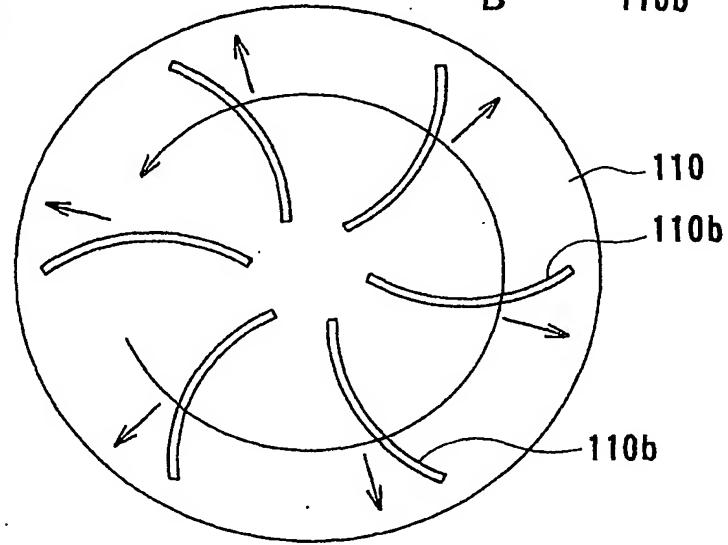


FIG. 31B



25/62

FIG. 32A

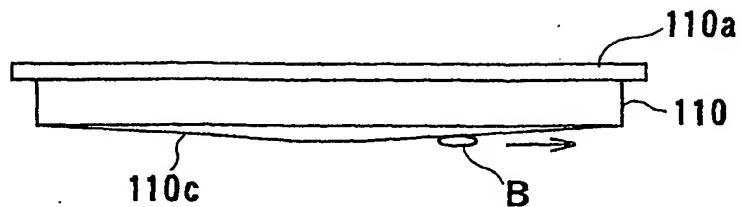


FIG. 32B

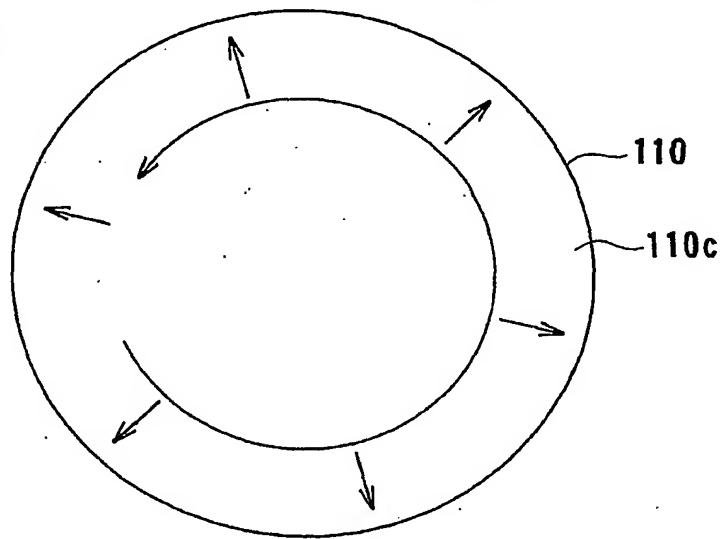
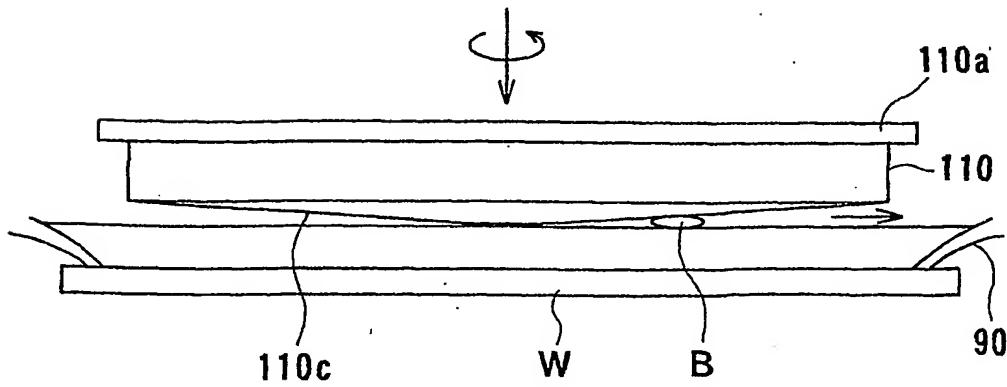
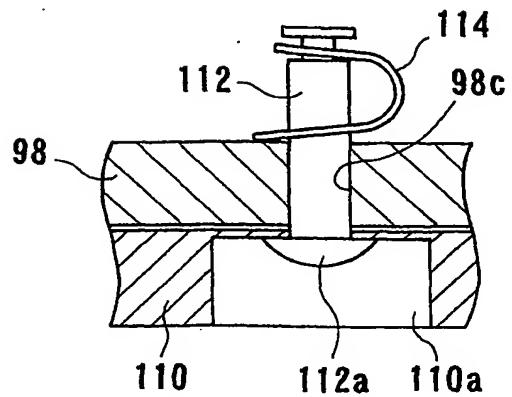
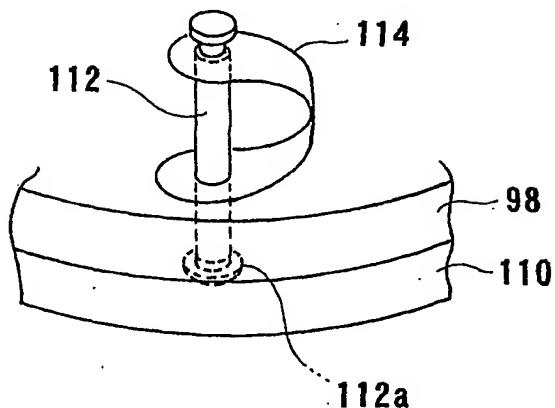
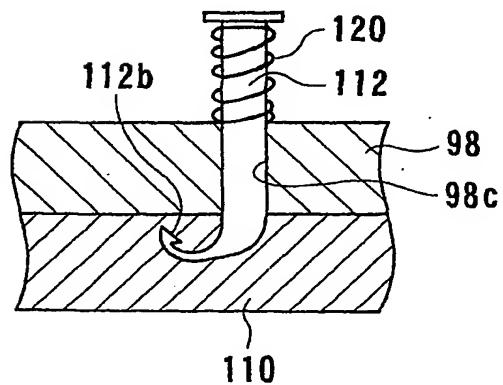


FIG. 33



26/62

F / G. 34**F / G. 35****F / G. 36**

27/62

FIG. 37

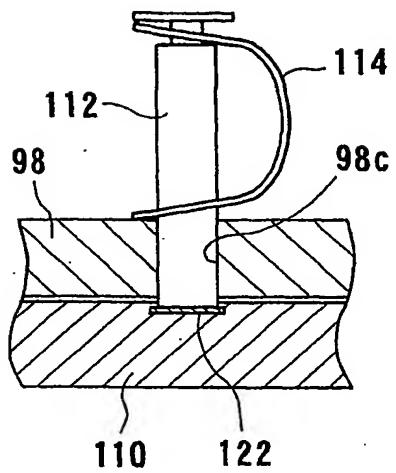
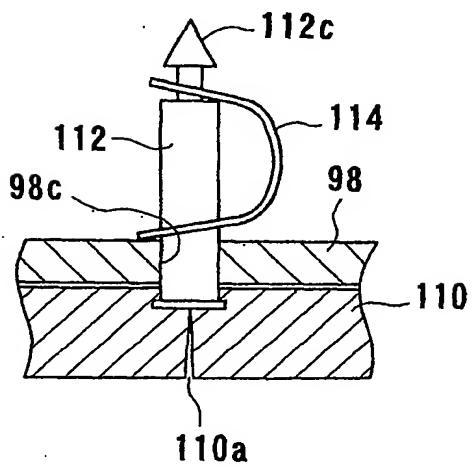
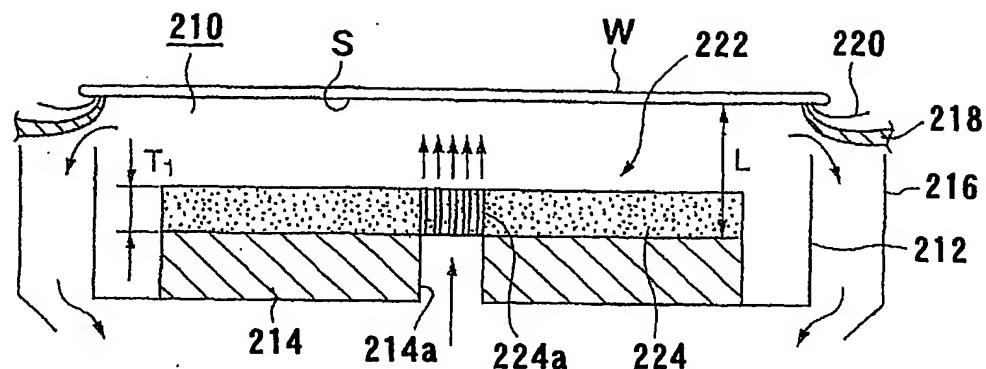


FIG. 38

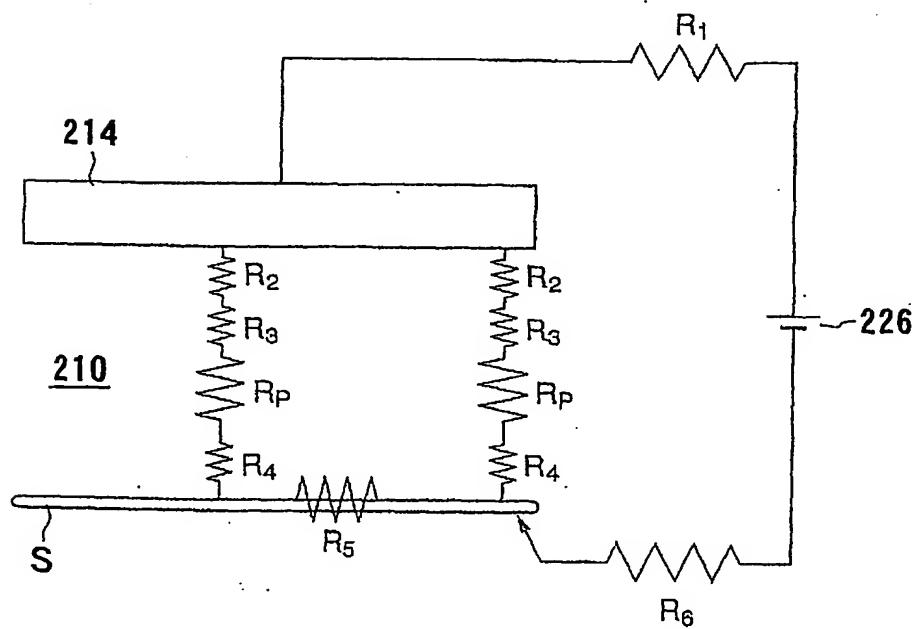


28/62

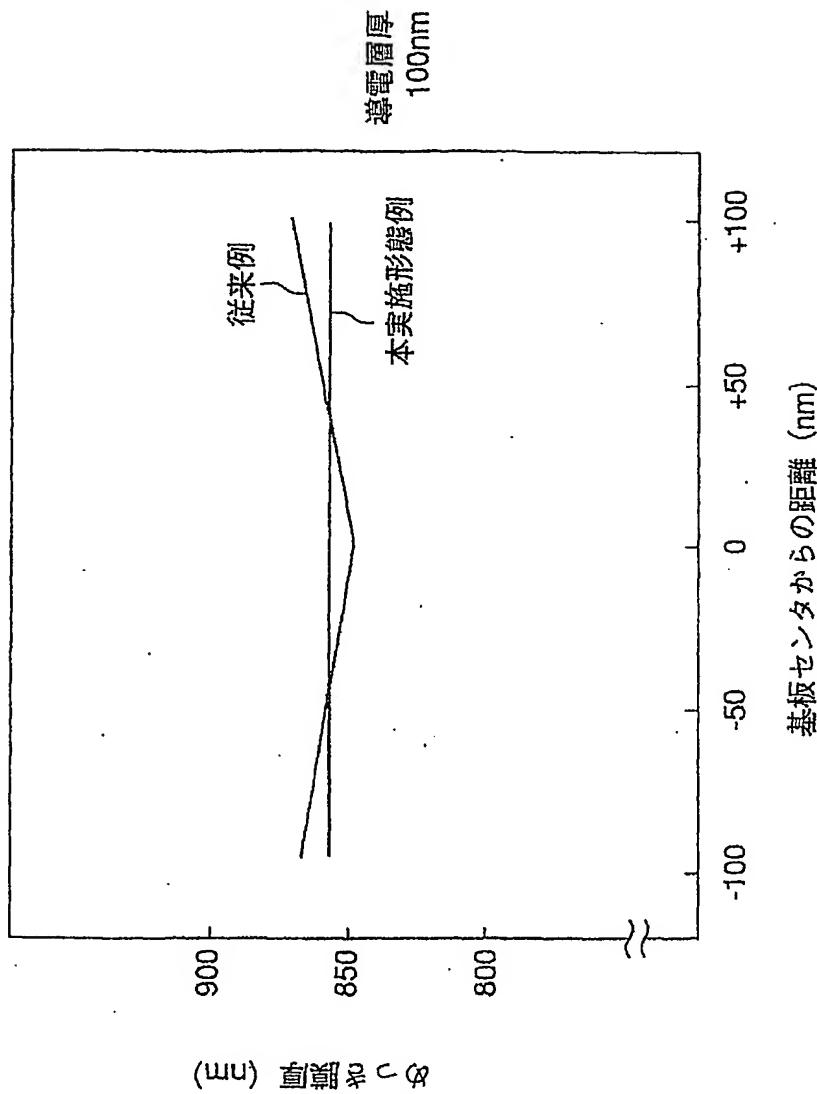
F / G. 39

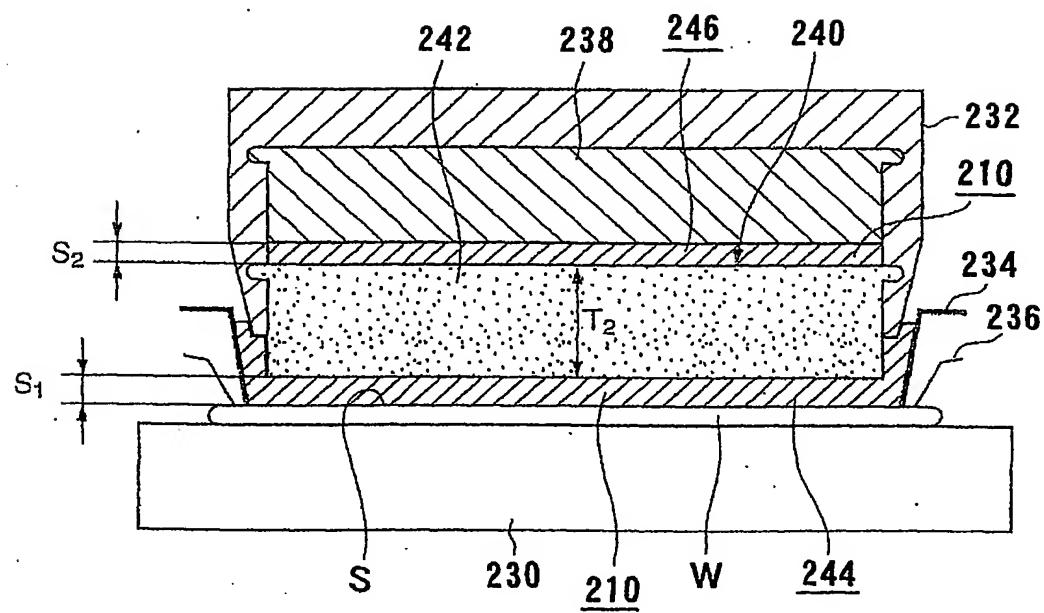


F / G. 40



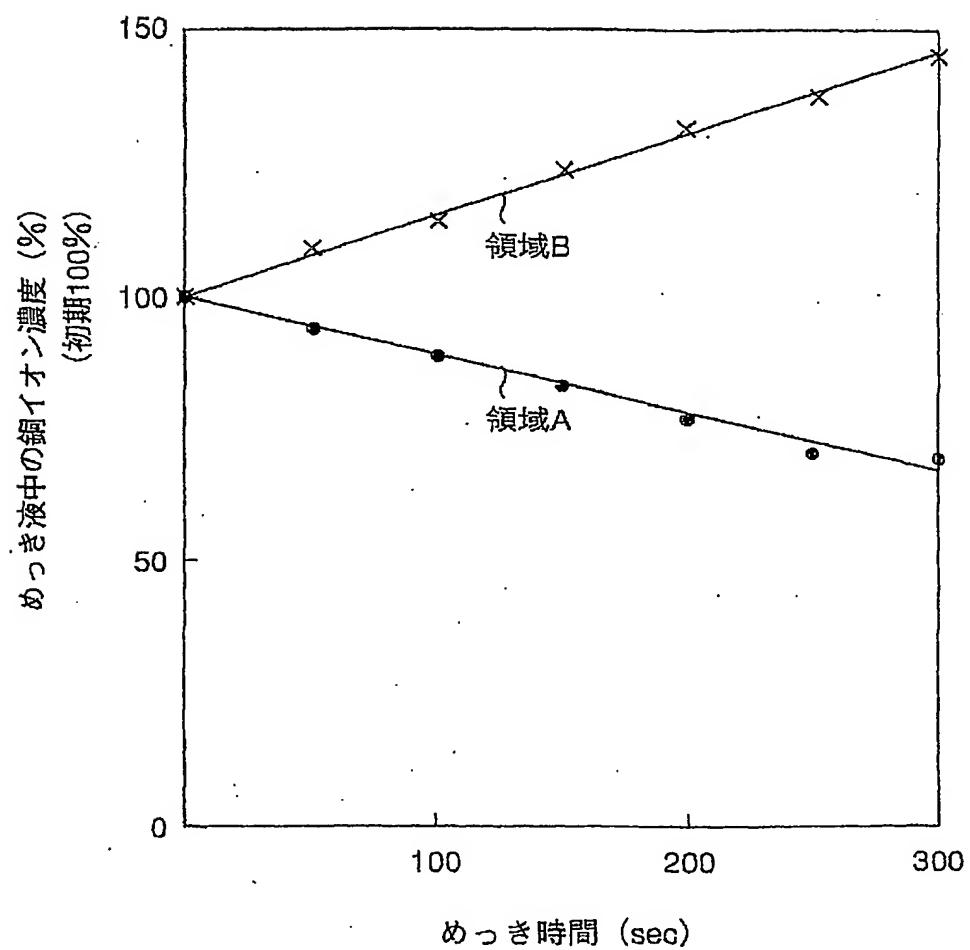
29/62

FIG. 41

*30/62***F / G. 4 2**

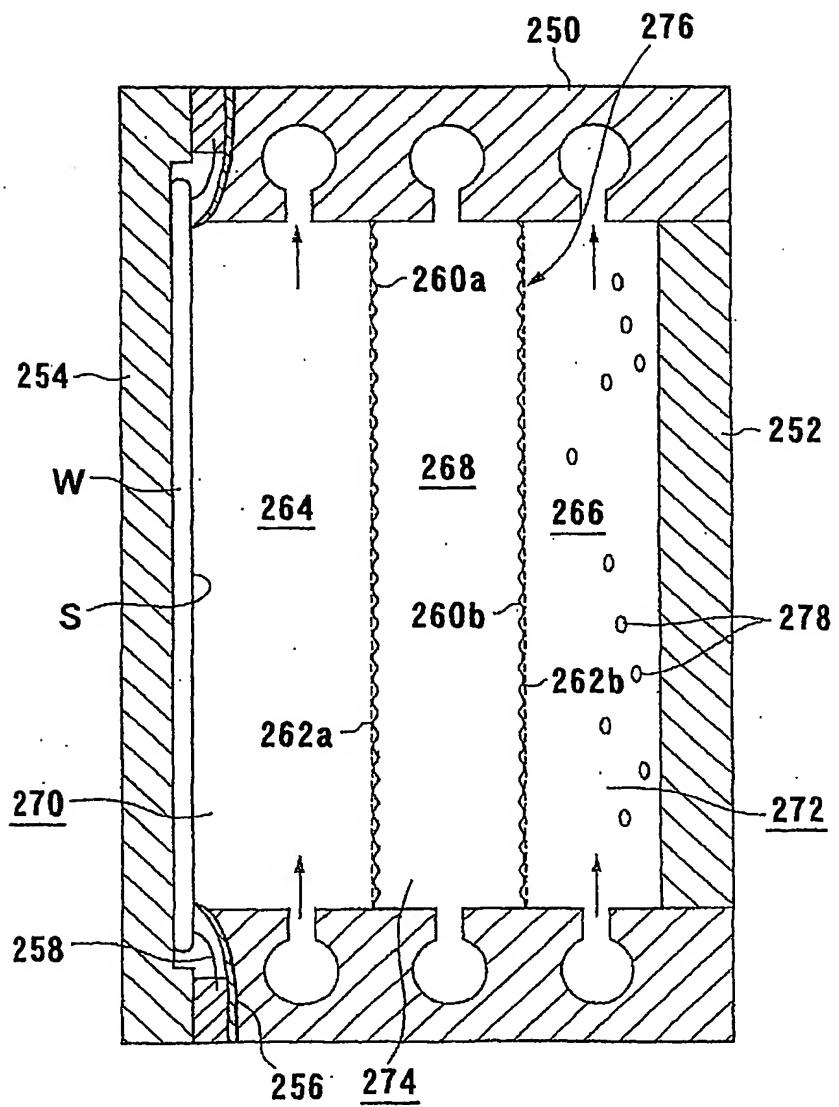
31/62

F / G. 43



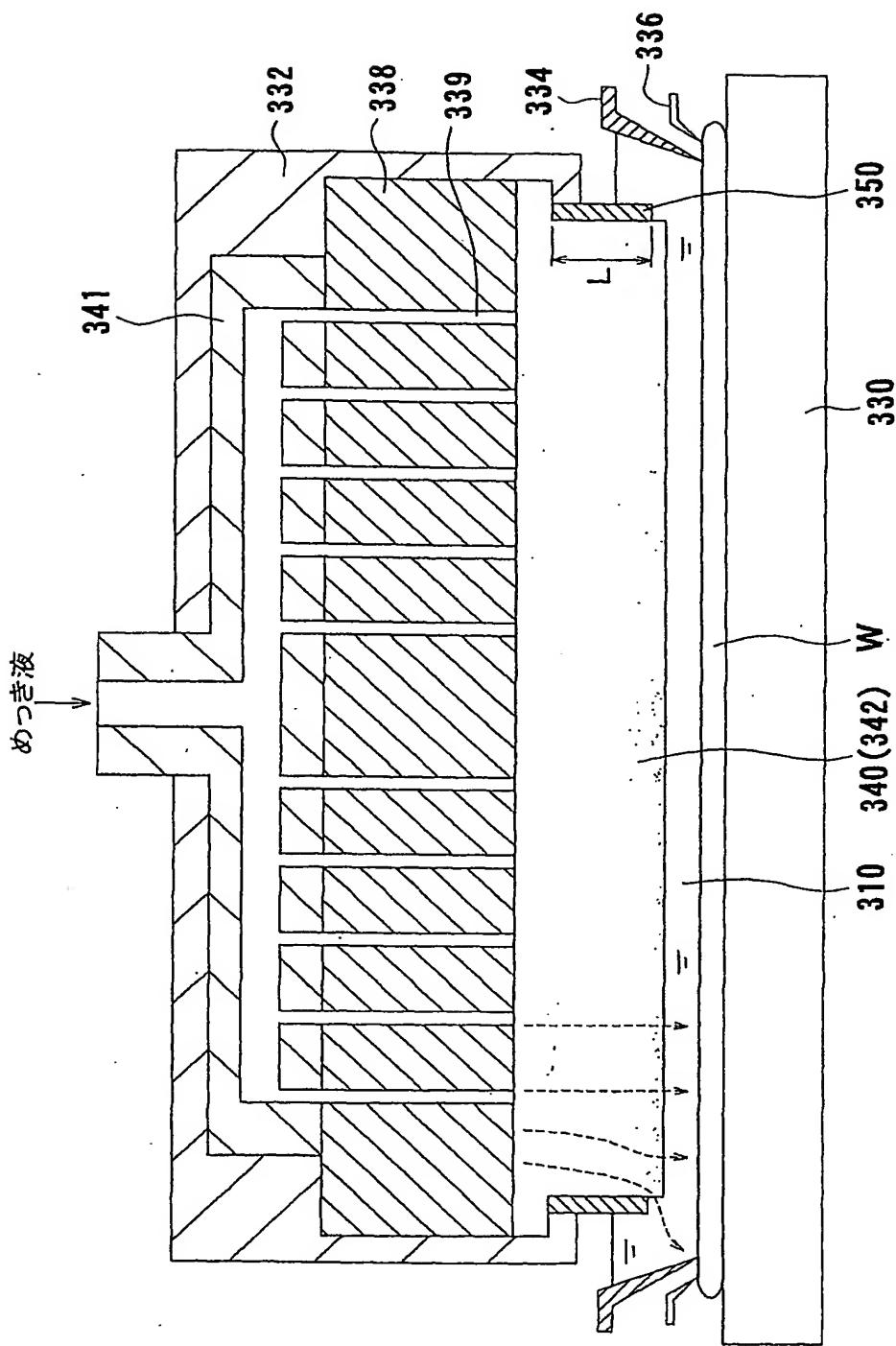
32/62

FIG. 44



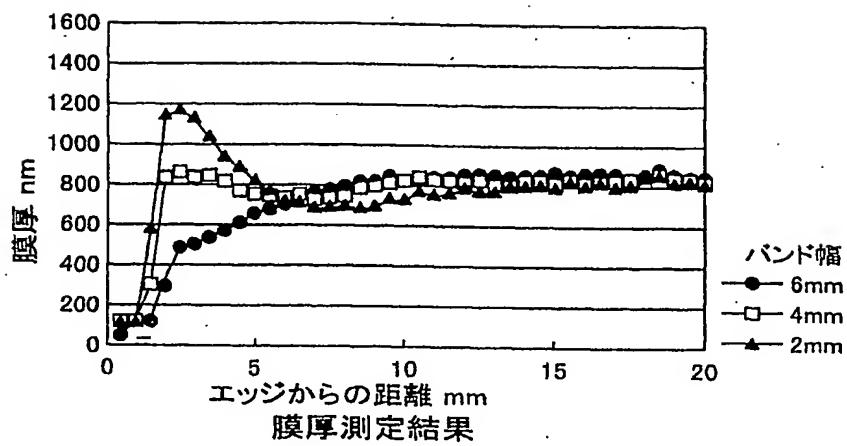
33/62

FIG. 45



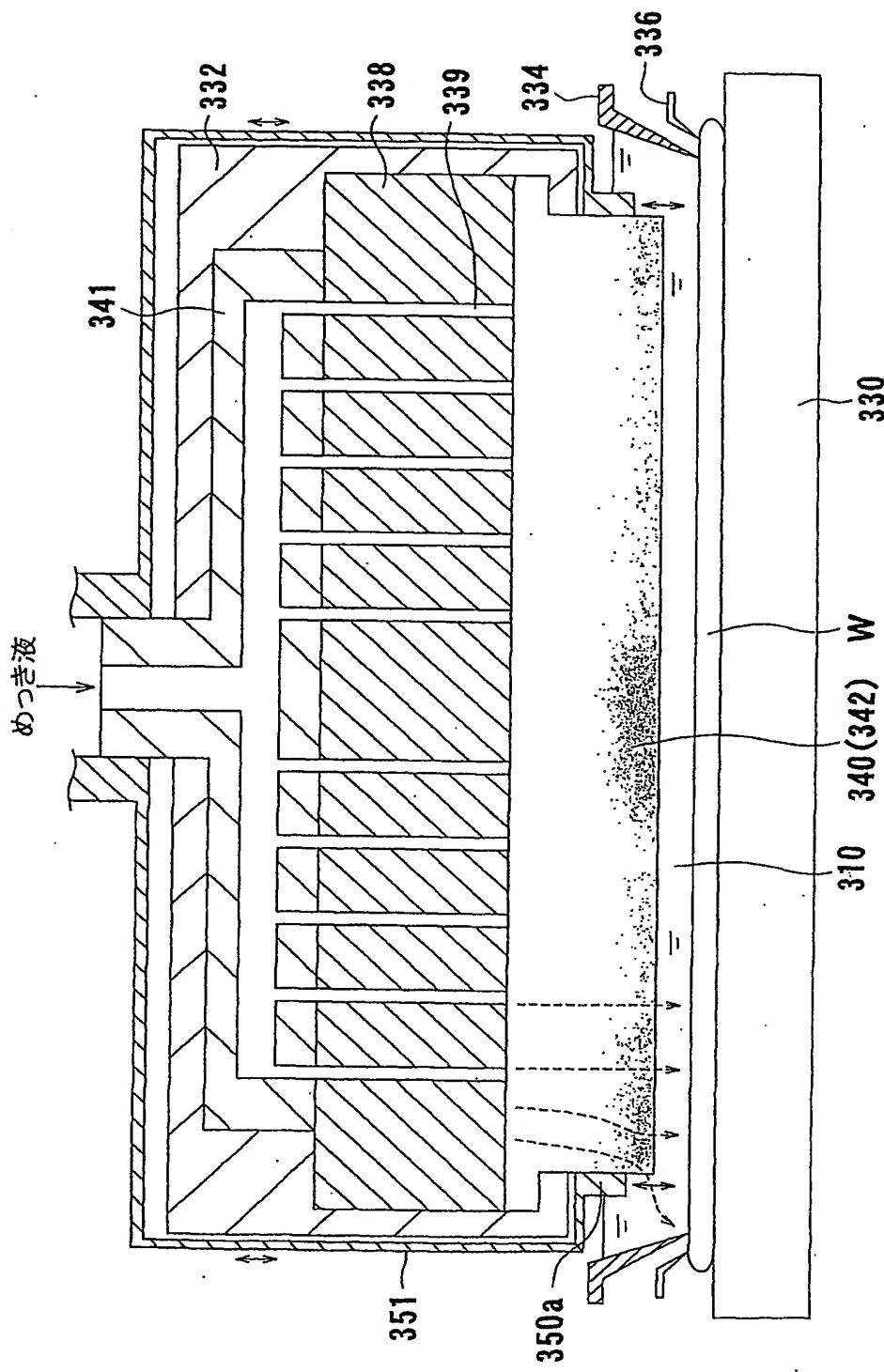
34/62

F / G. 46



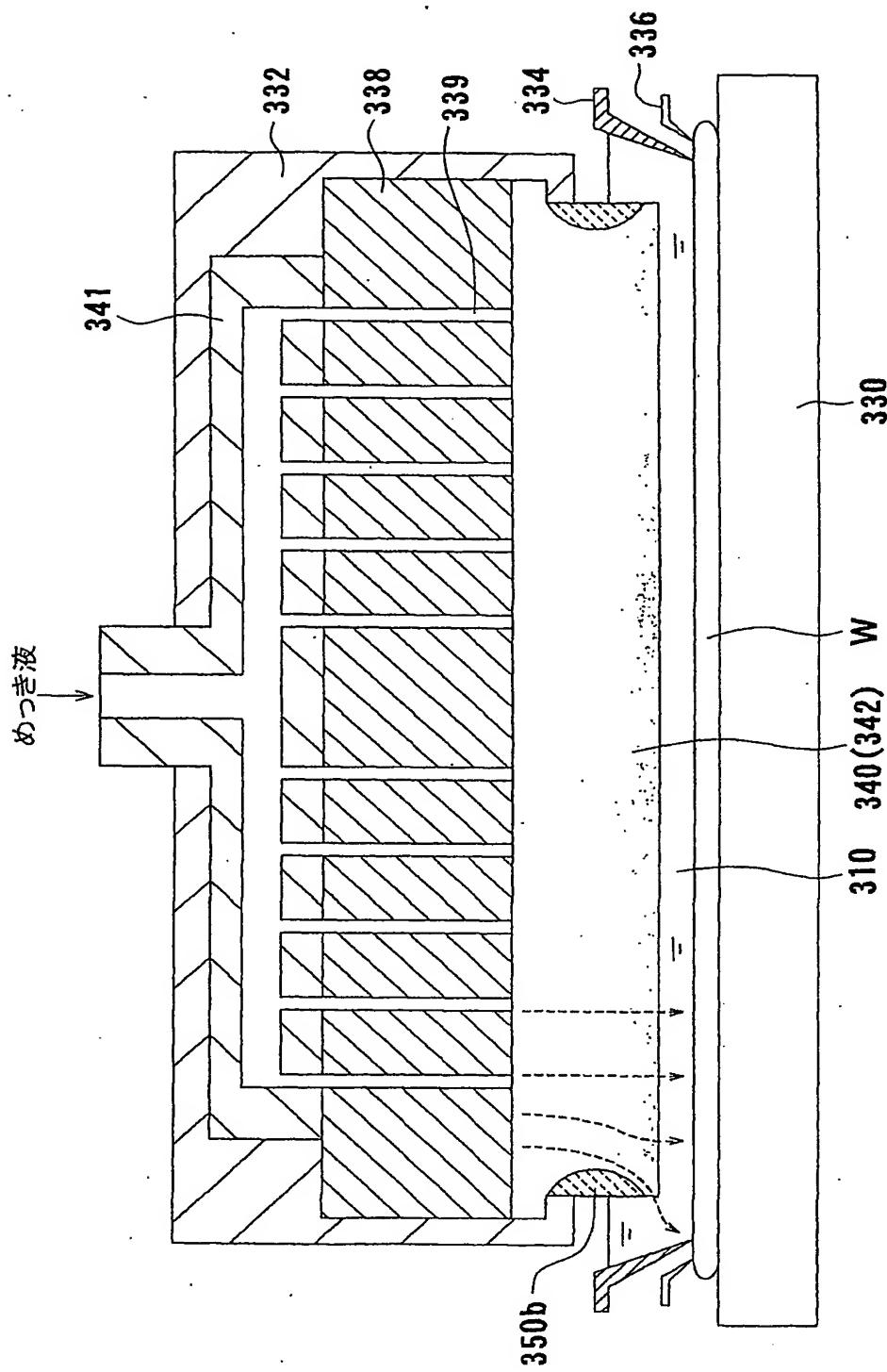
35/62

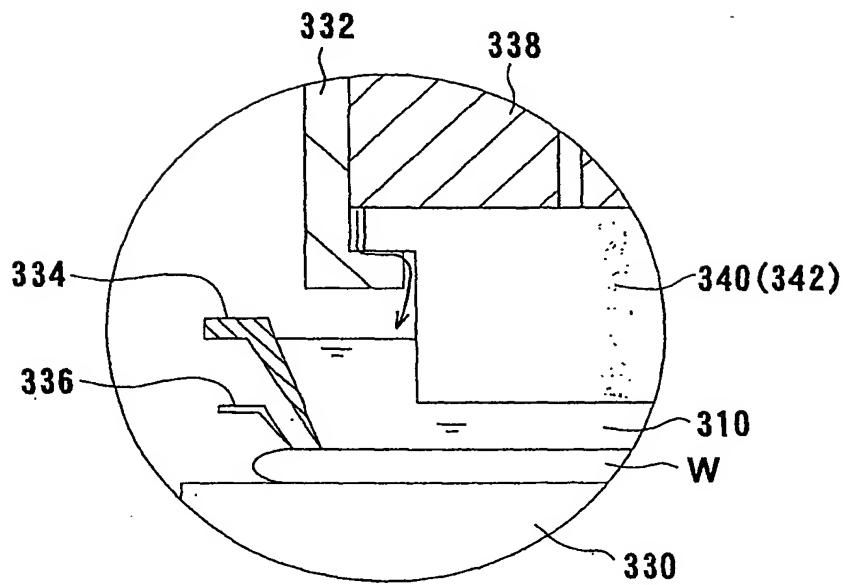
FIG. 47



36/62

FIG. 48



*37/62**F / G. 49*

38/62

FIG. 50A

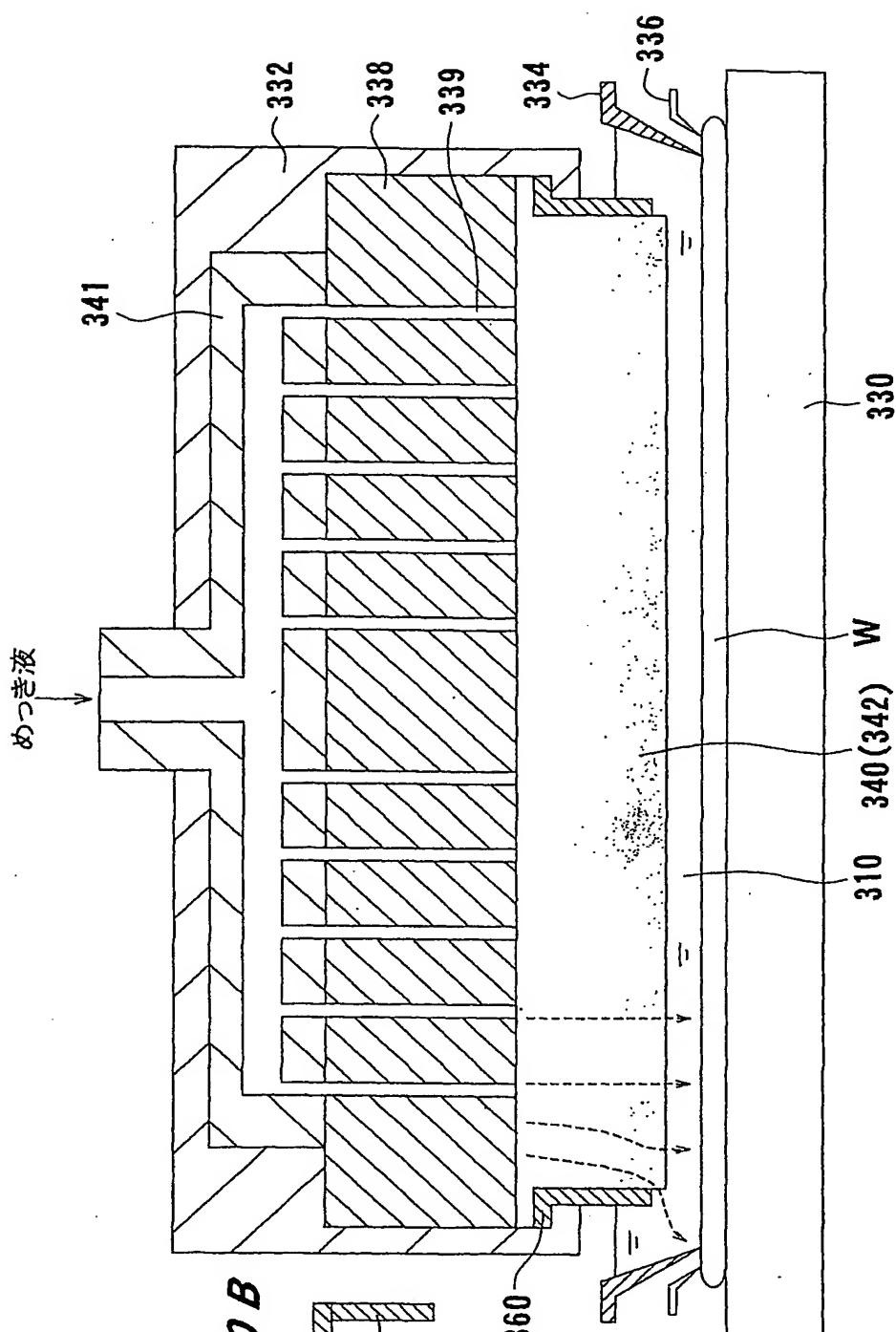


FIG. 50B

39/62

FIG. 51

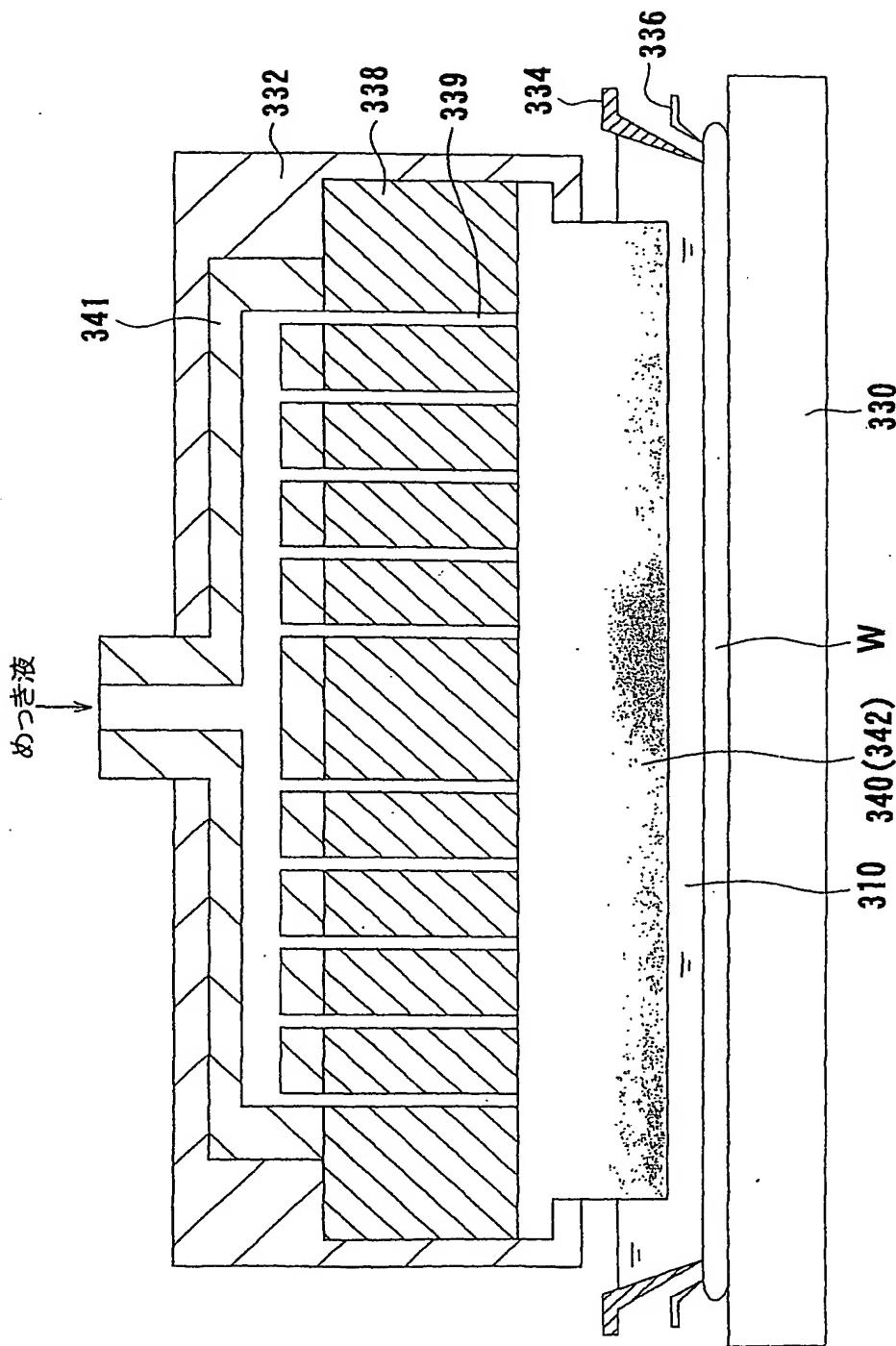


FIG. 52A

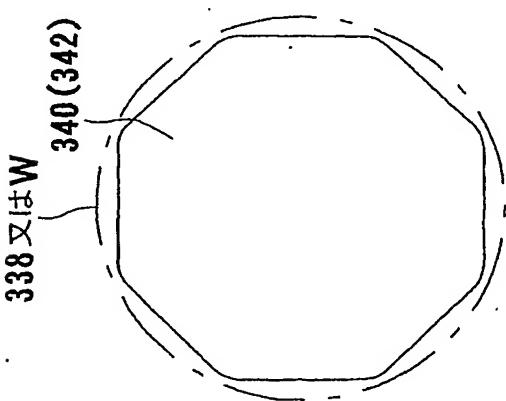


FIG. 52B

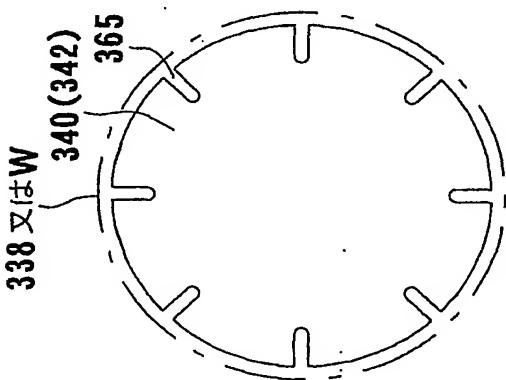


FIG. 52C

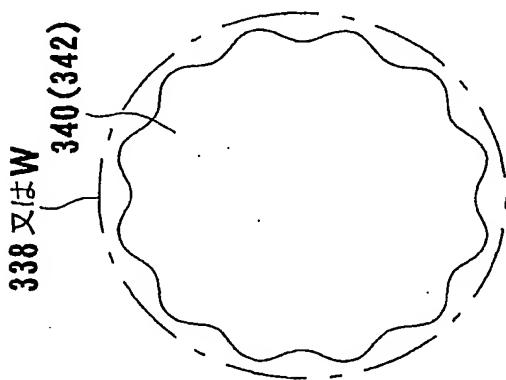
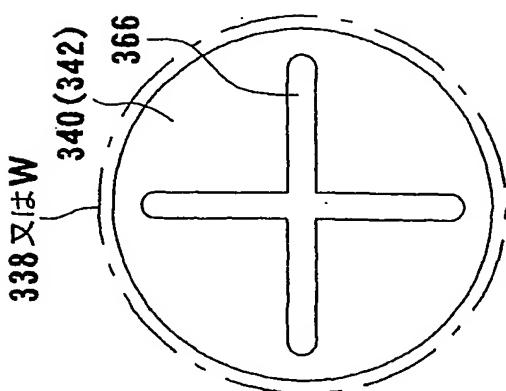


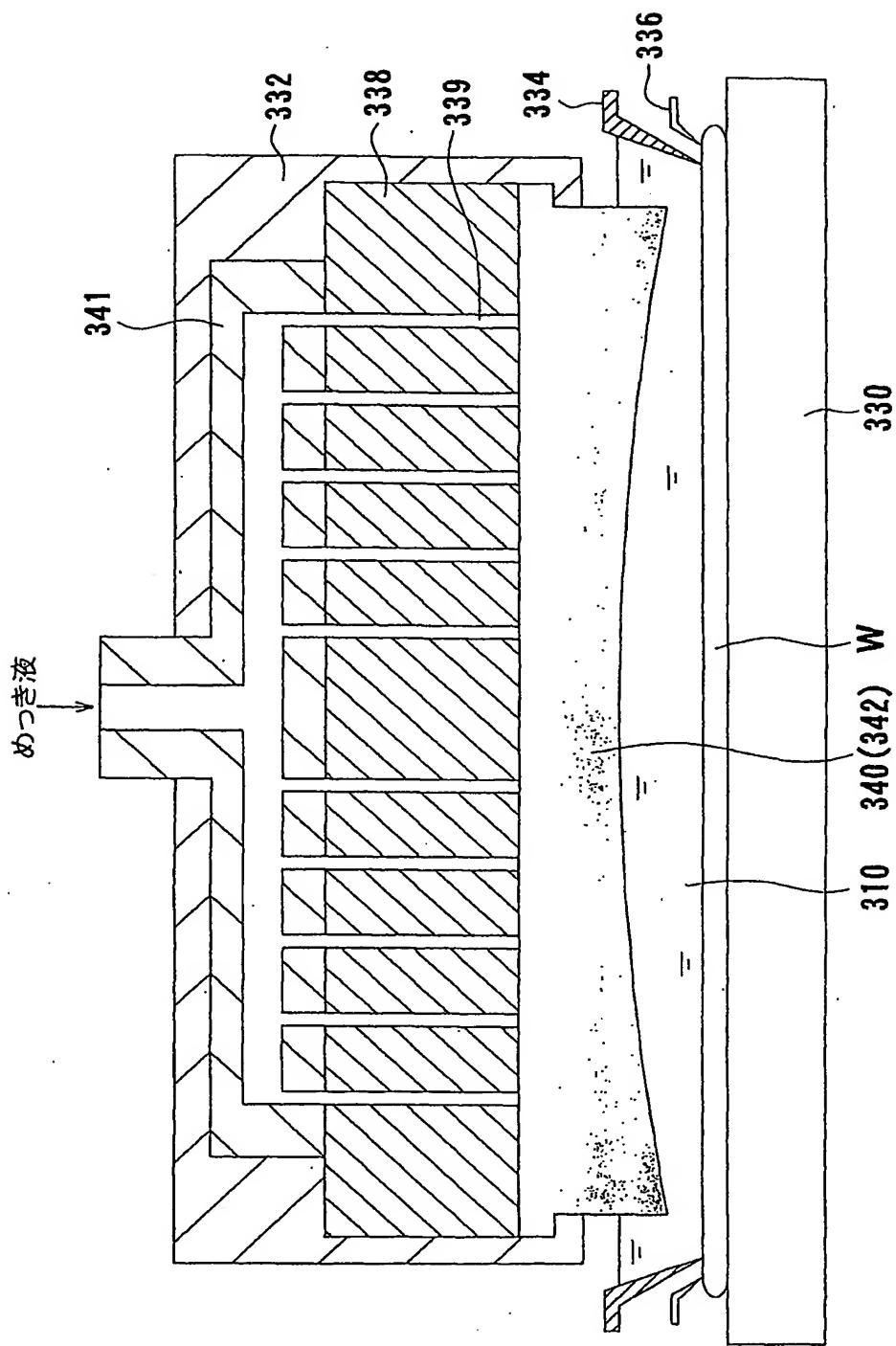
FIG. 52D



40/62

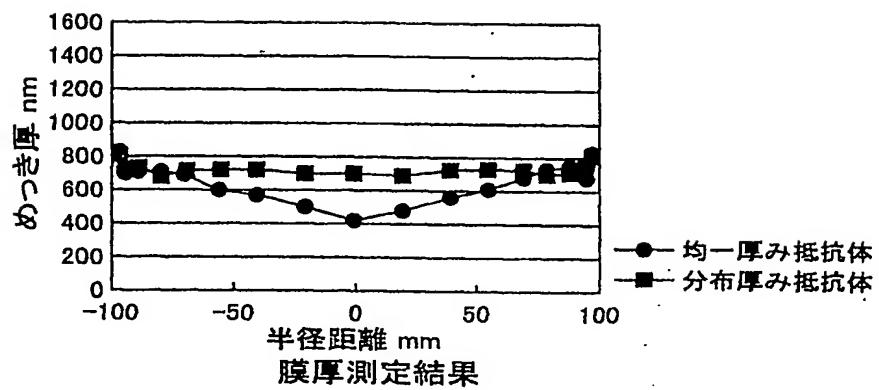
41/62

FIG. 53



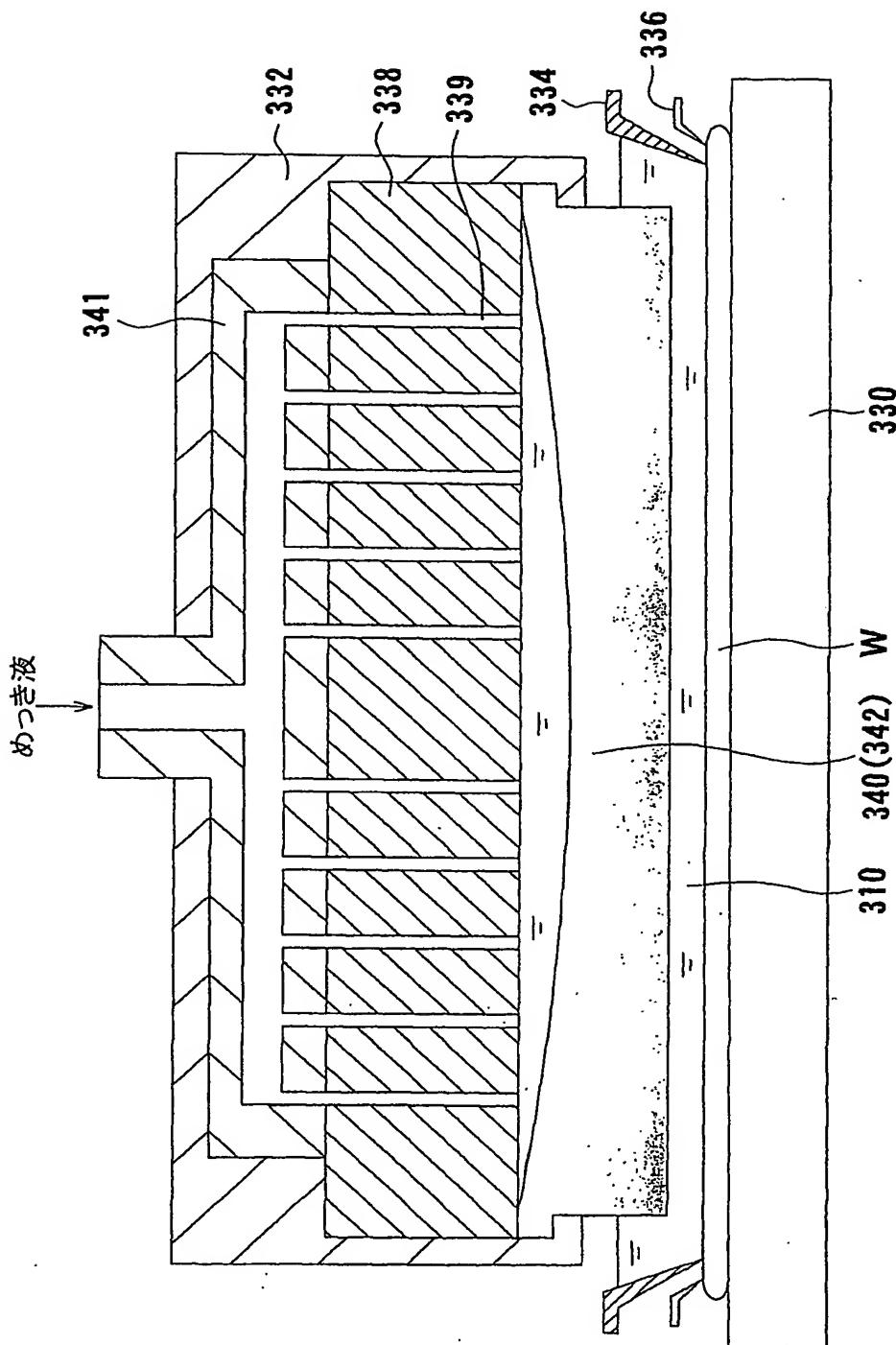
42/62

F / G. 54



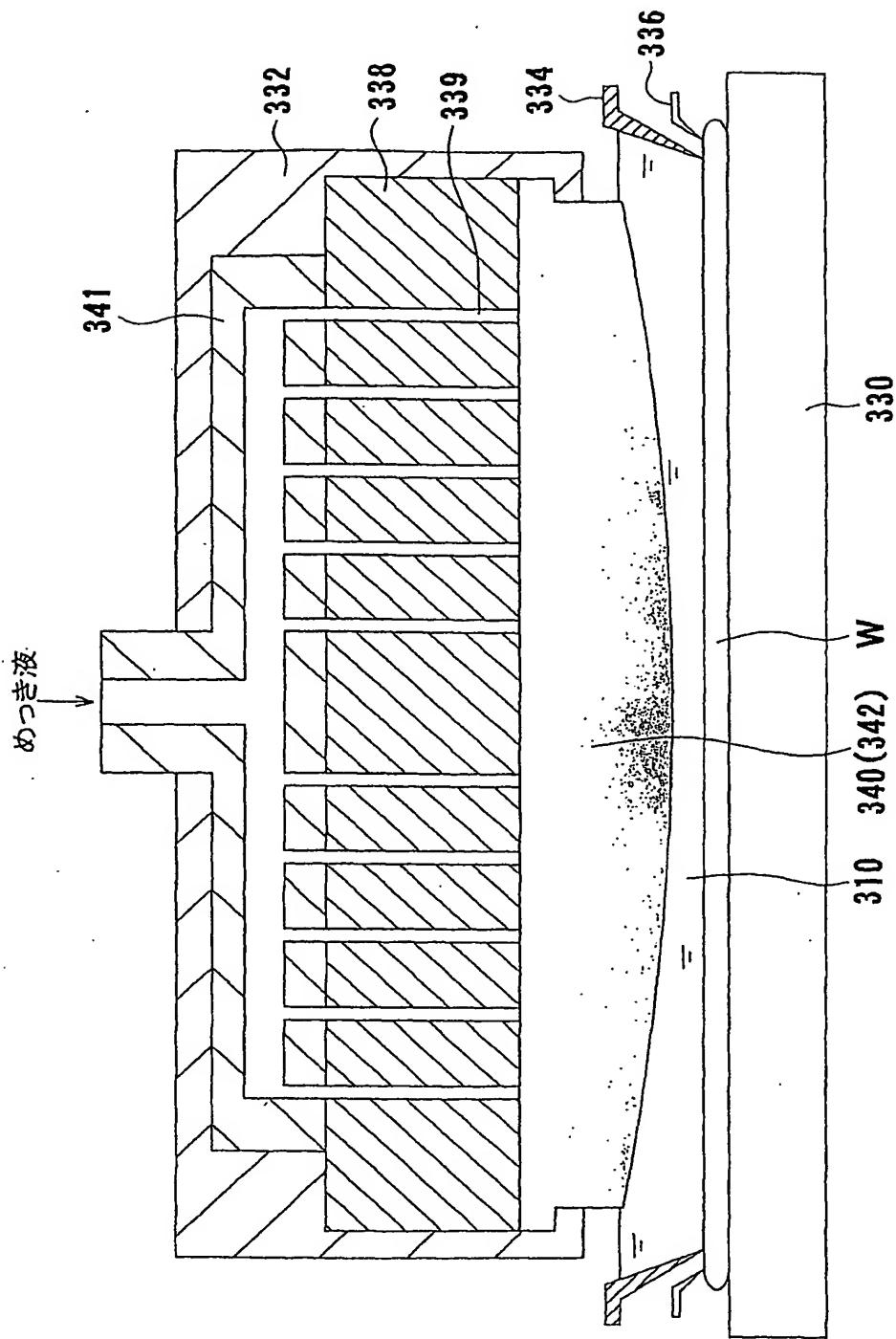
43/62

FIG. 55



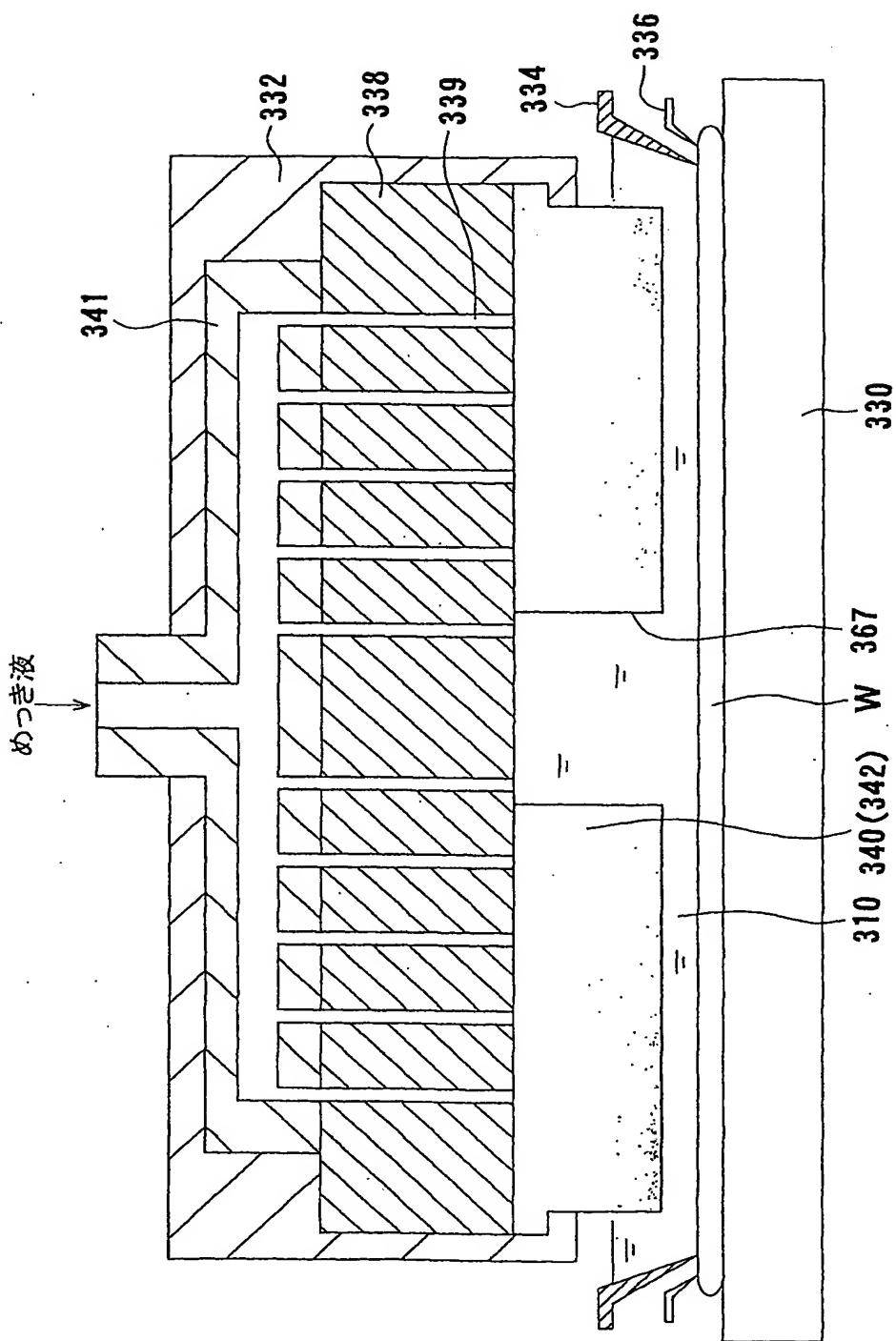
44/62

FIG. 56



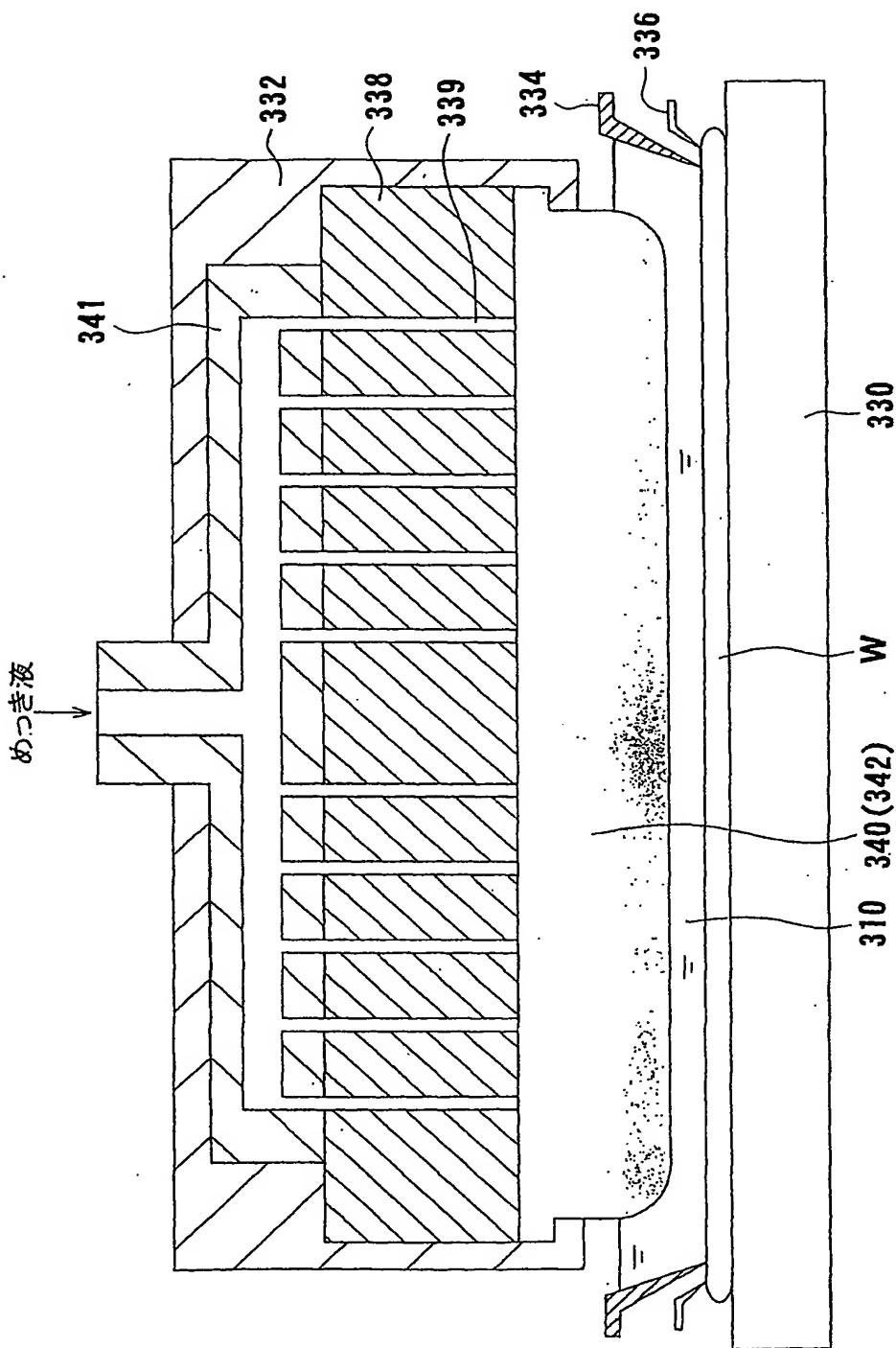
45/62

FIG. 57



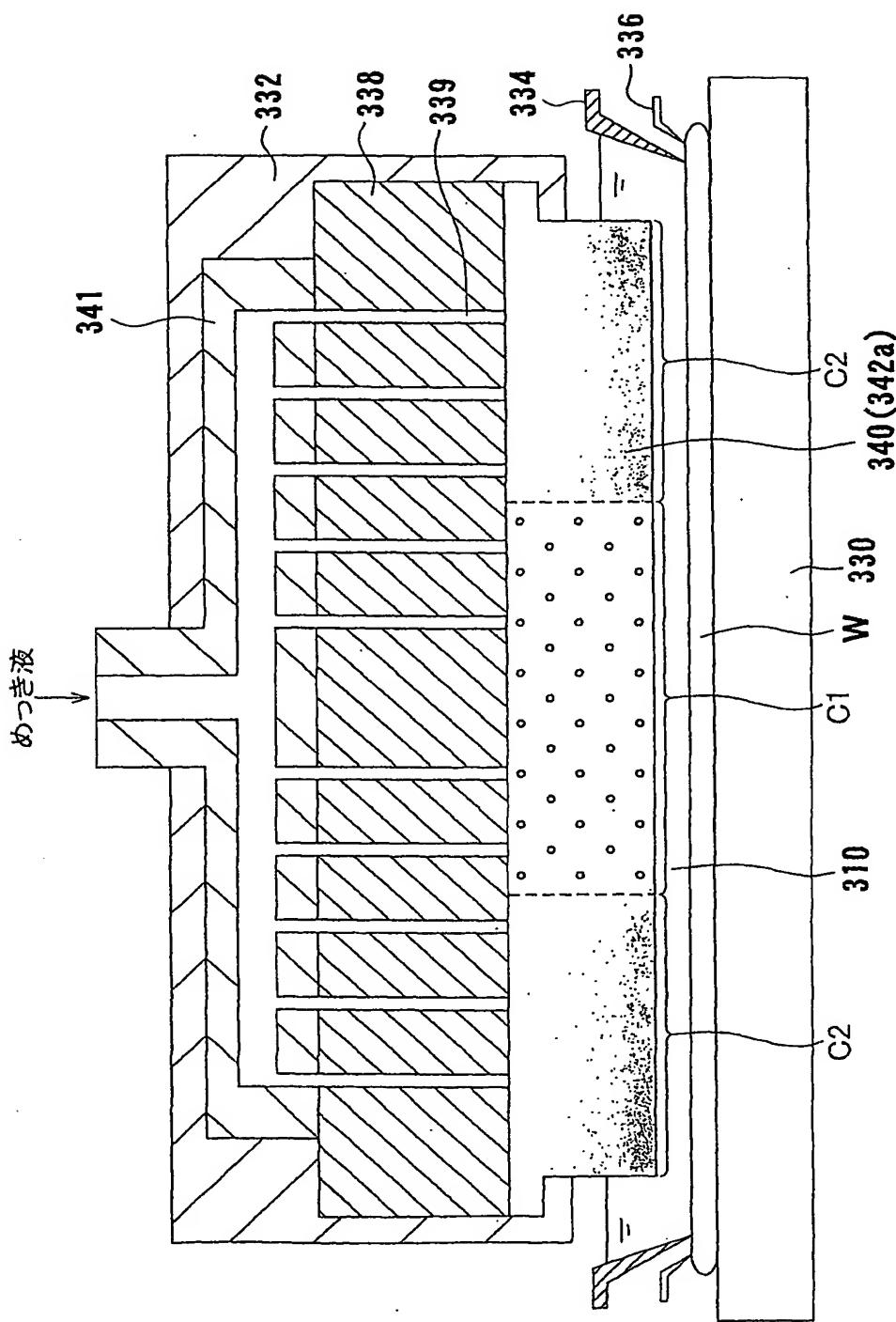
46/62

FIG. 58



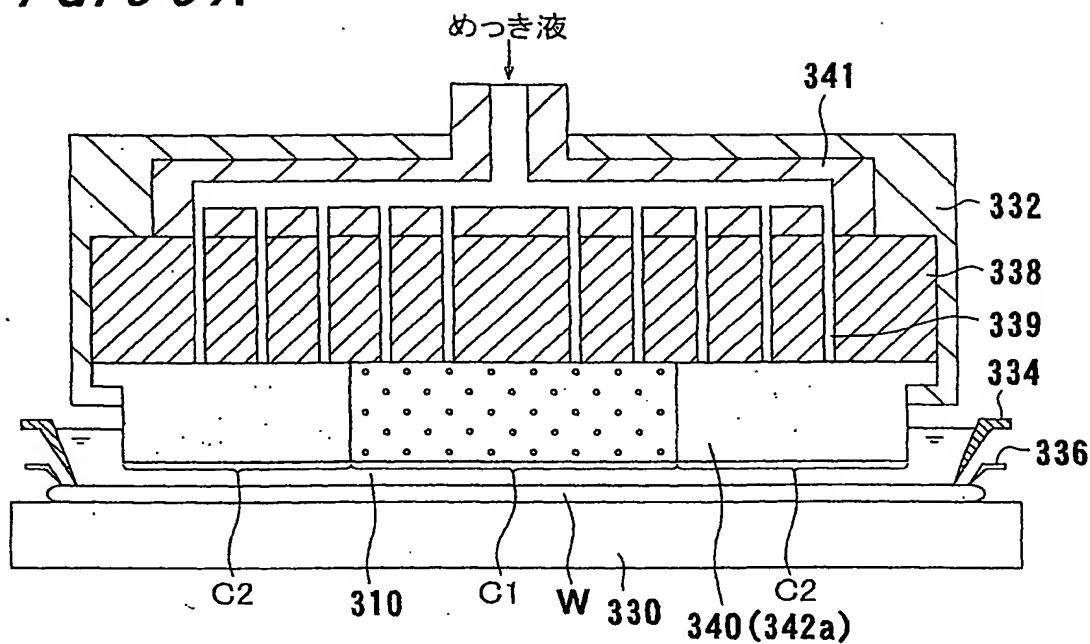
47/62

FIG. 59

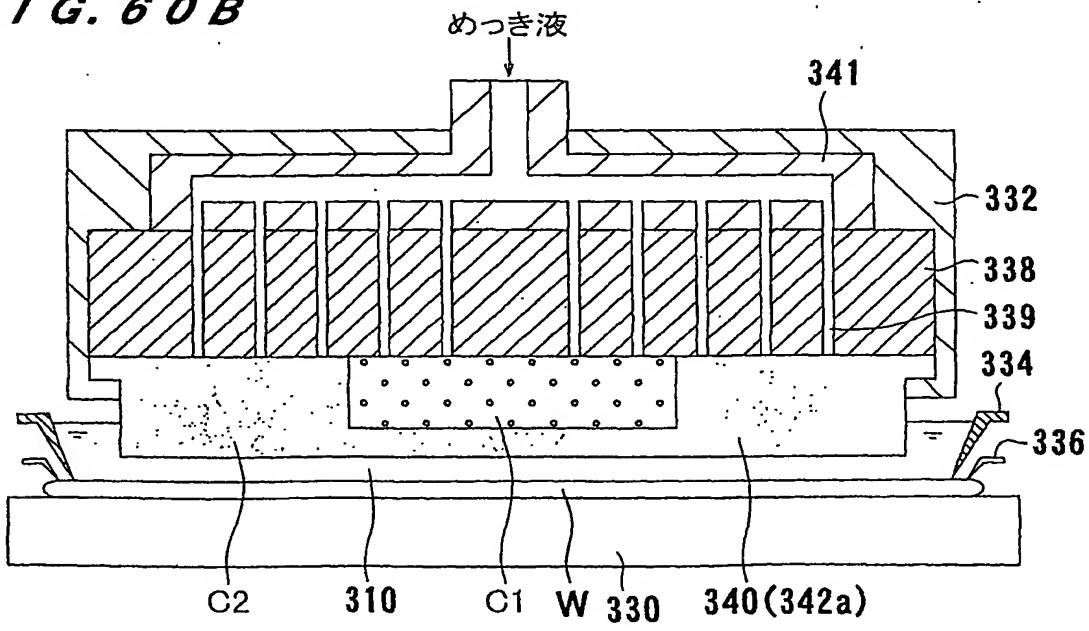


48/62

F / G. 60A



F / G. 60B



49/62

FIG. 61A

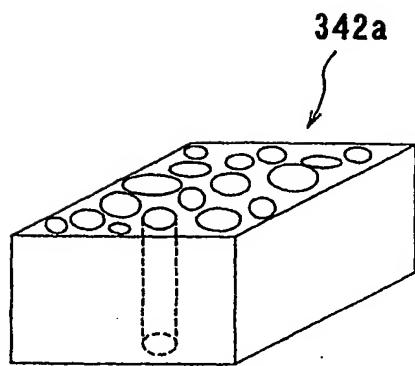
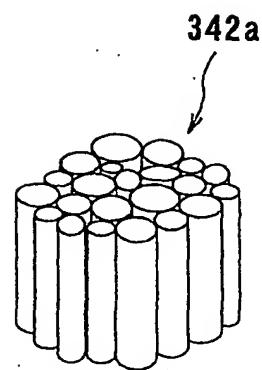
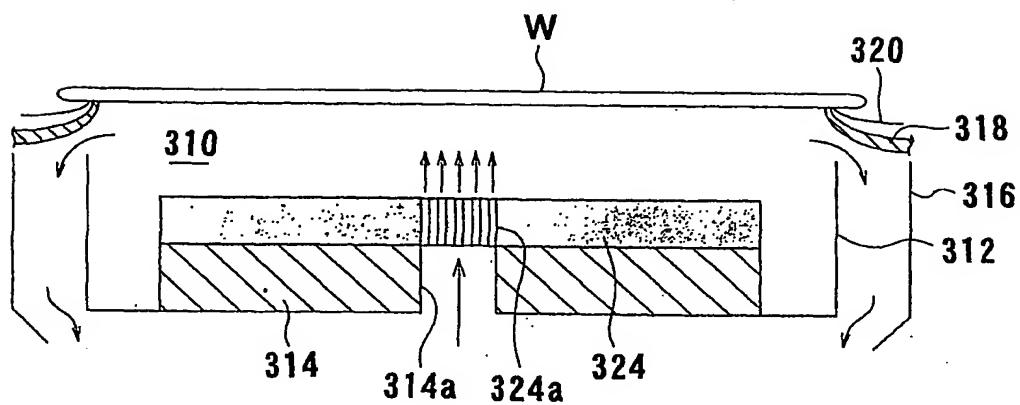


FIG. 61B



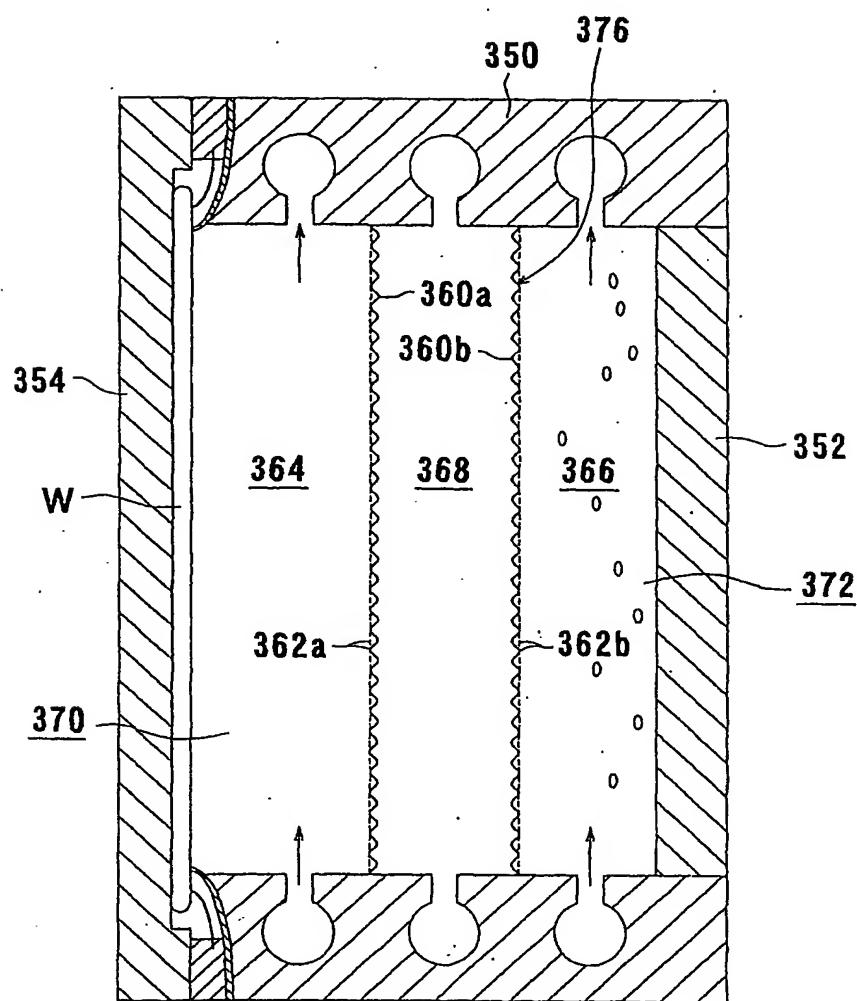
50/62

F / G. 62



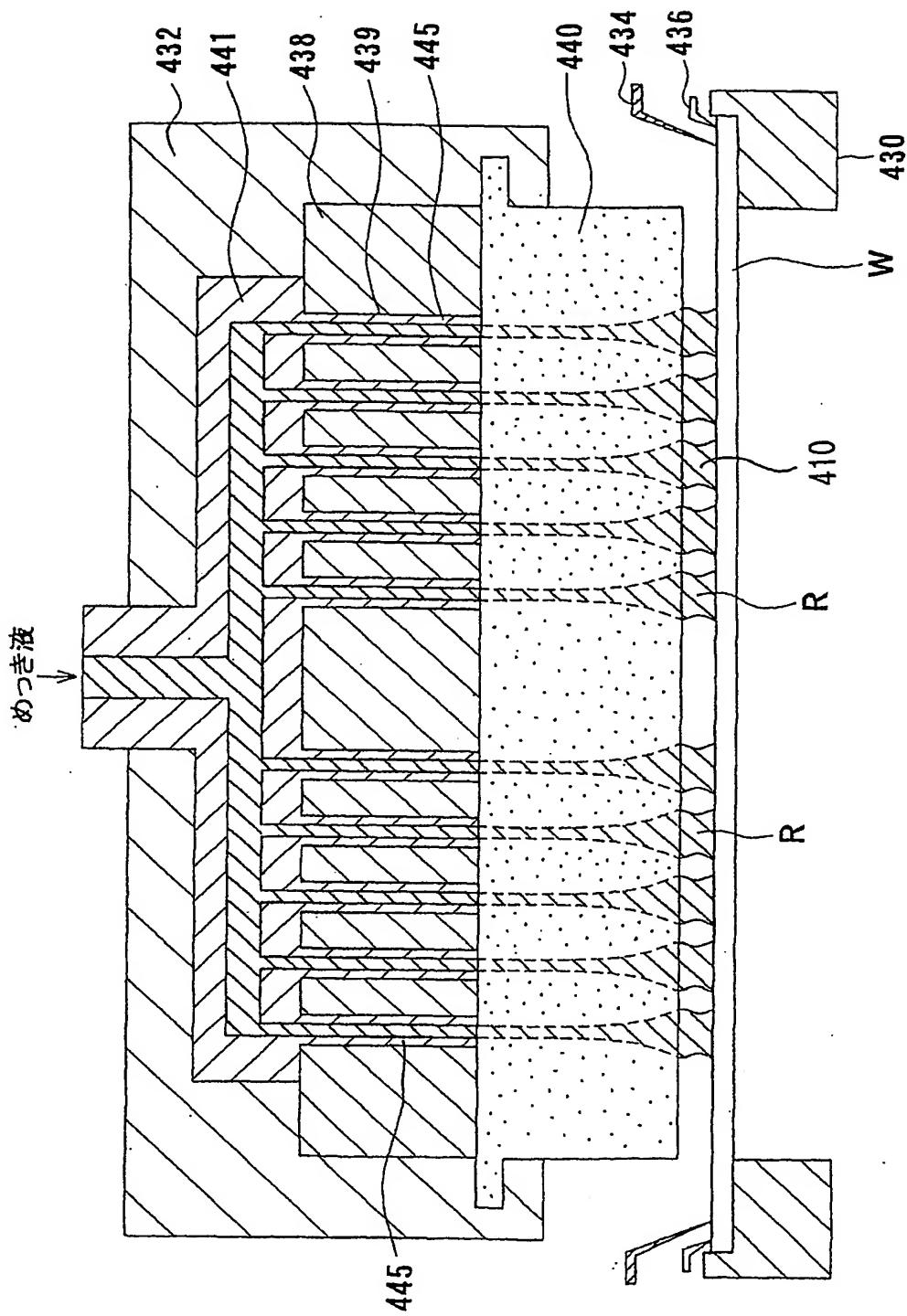
51/62

F / G. 63



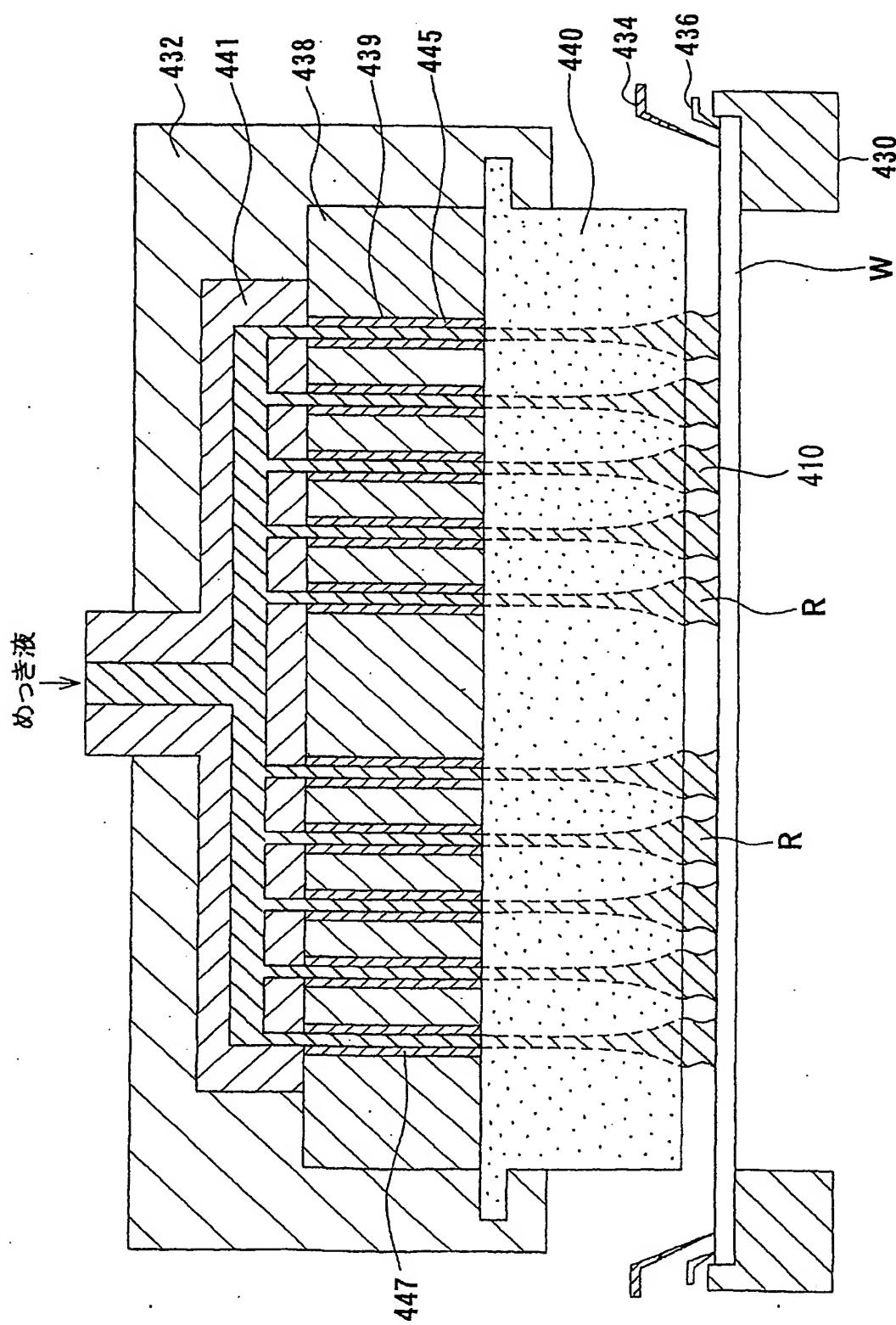
52/62

FIG. 64



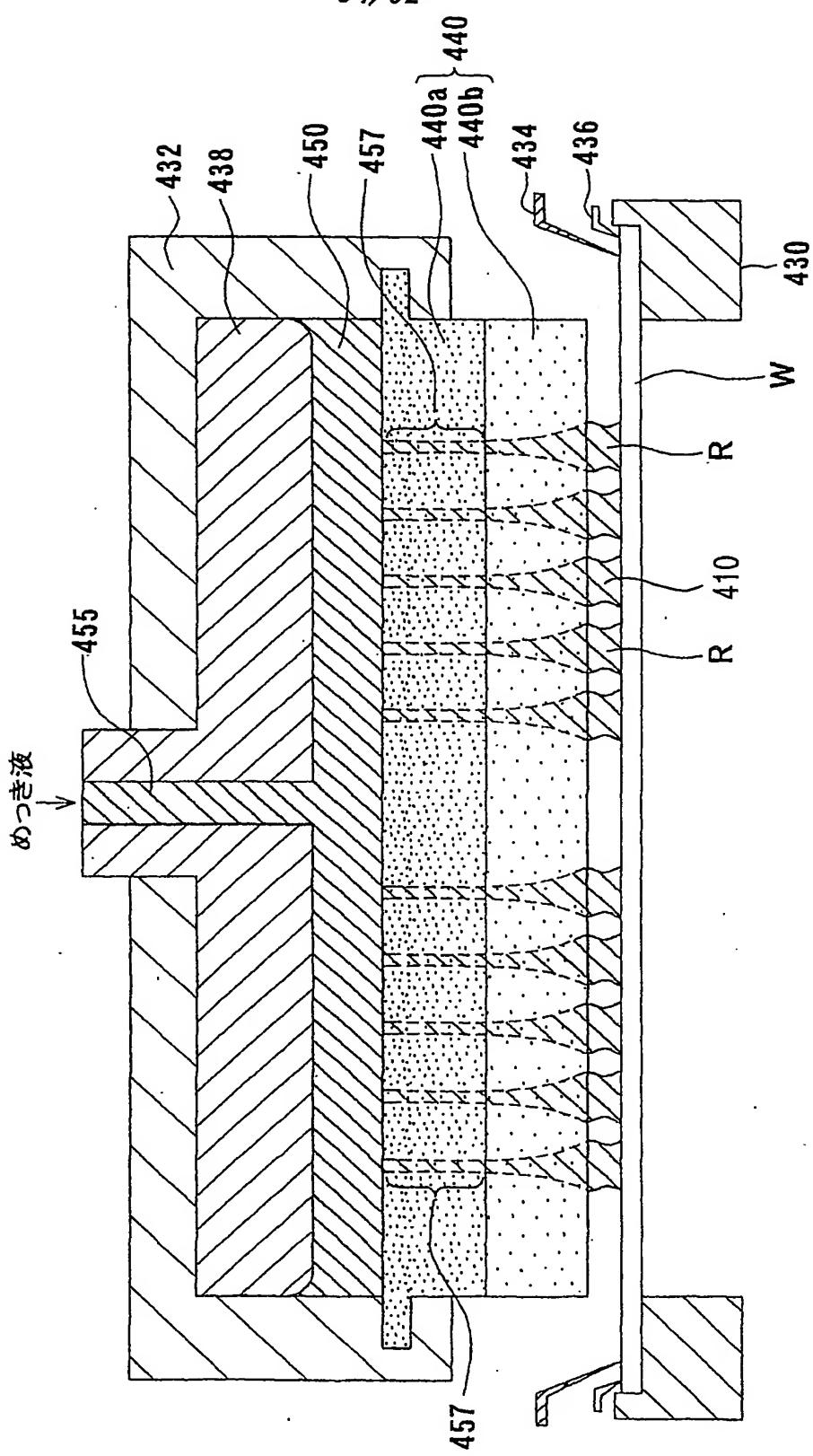
53/62

FIG. 65



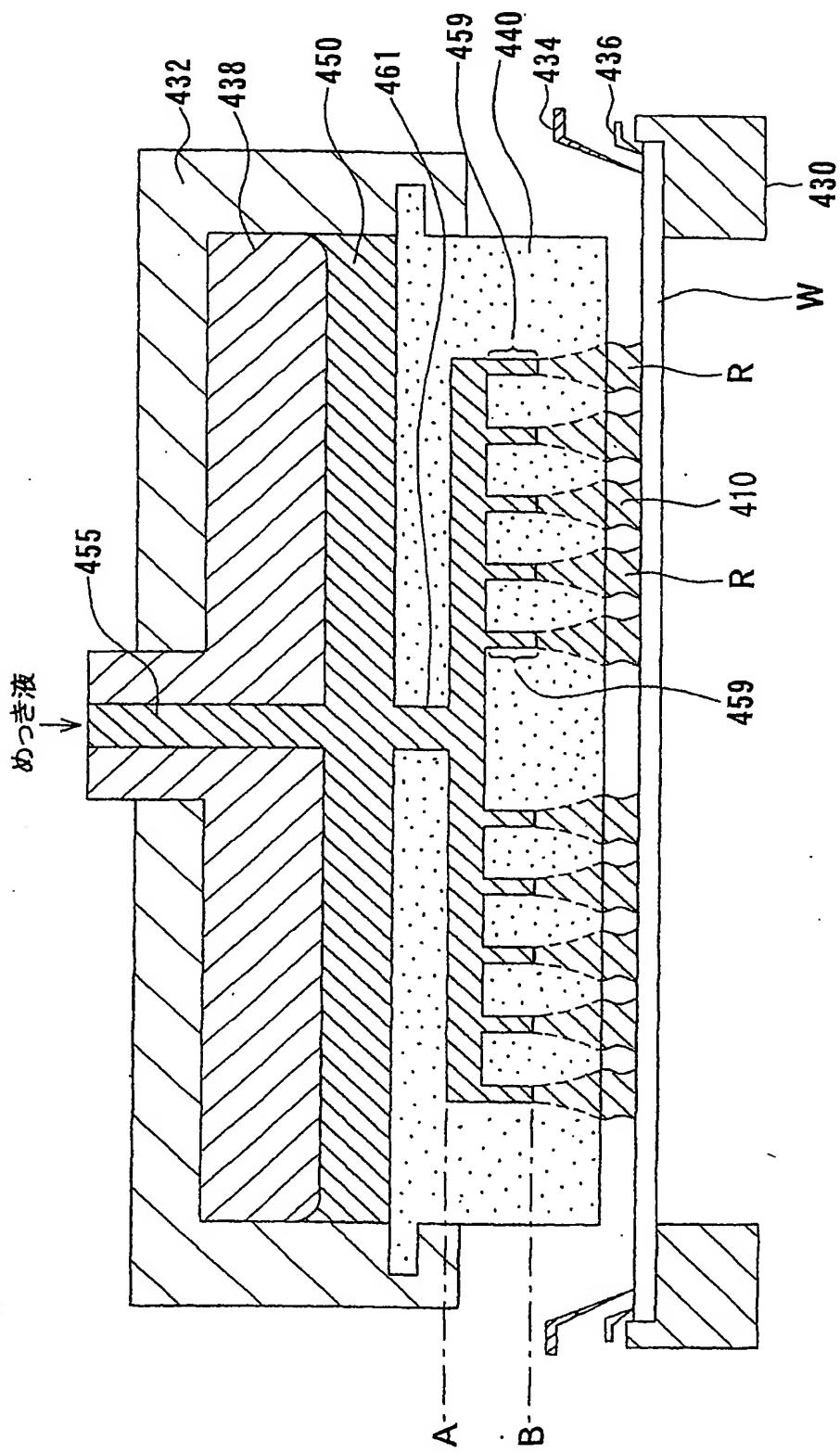
54/62

FIG. 66



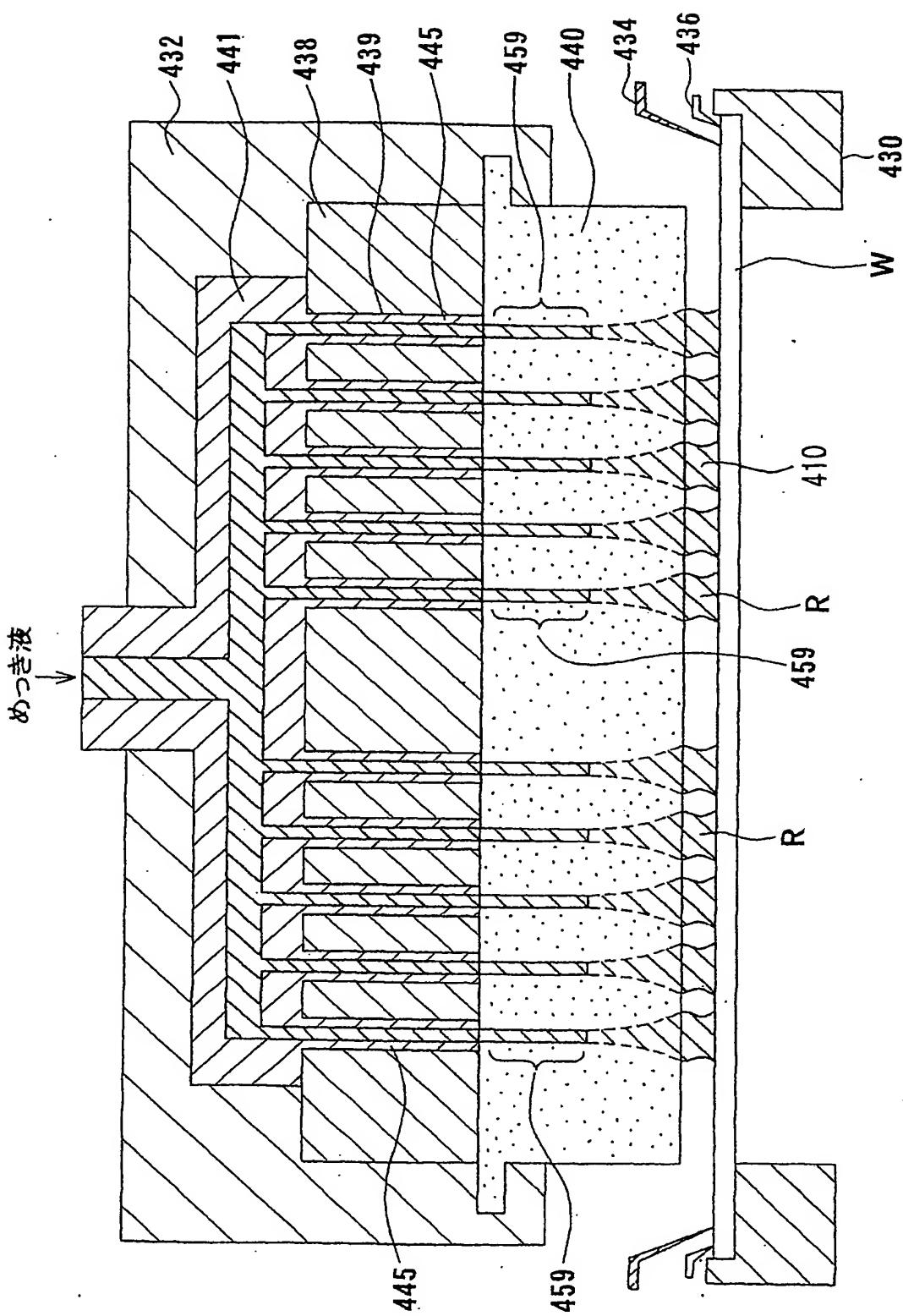
55/62

FIG. 67



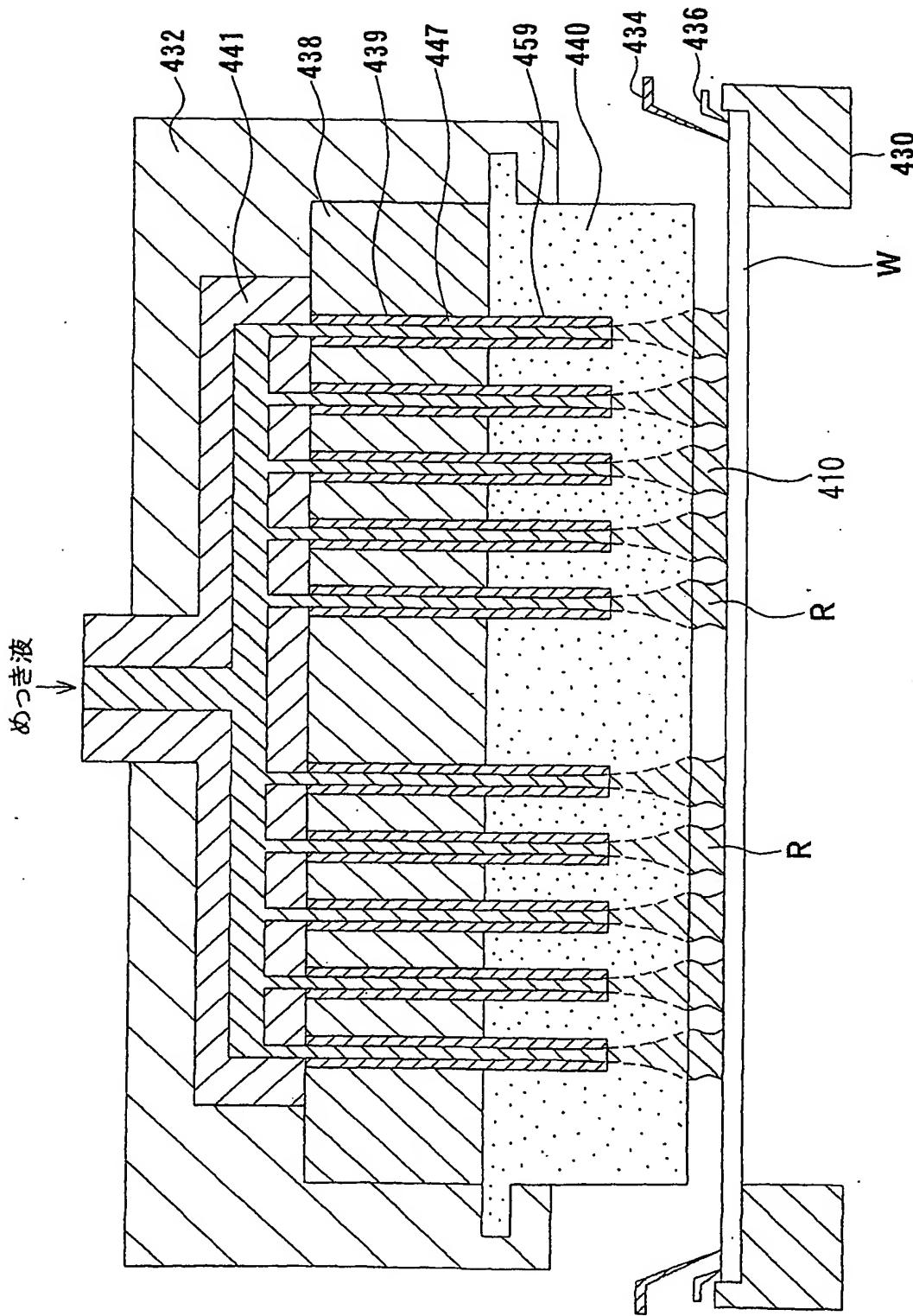
56/62

FIG. 68



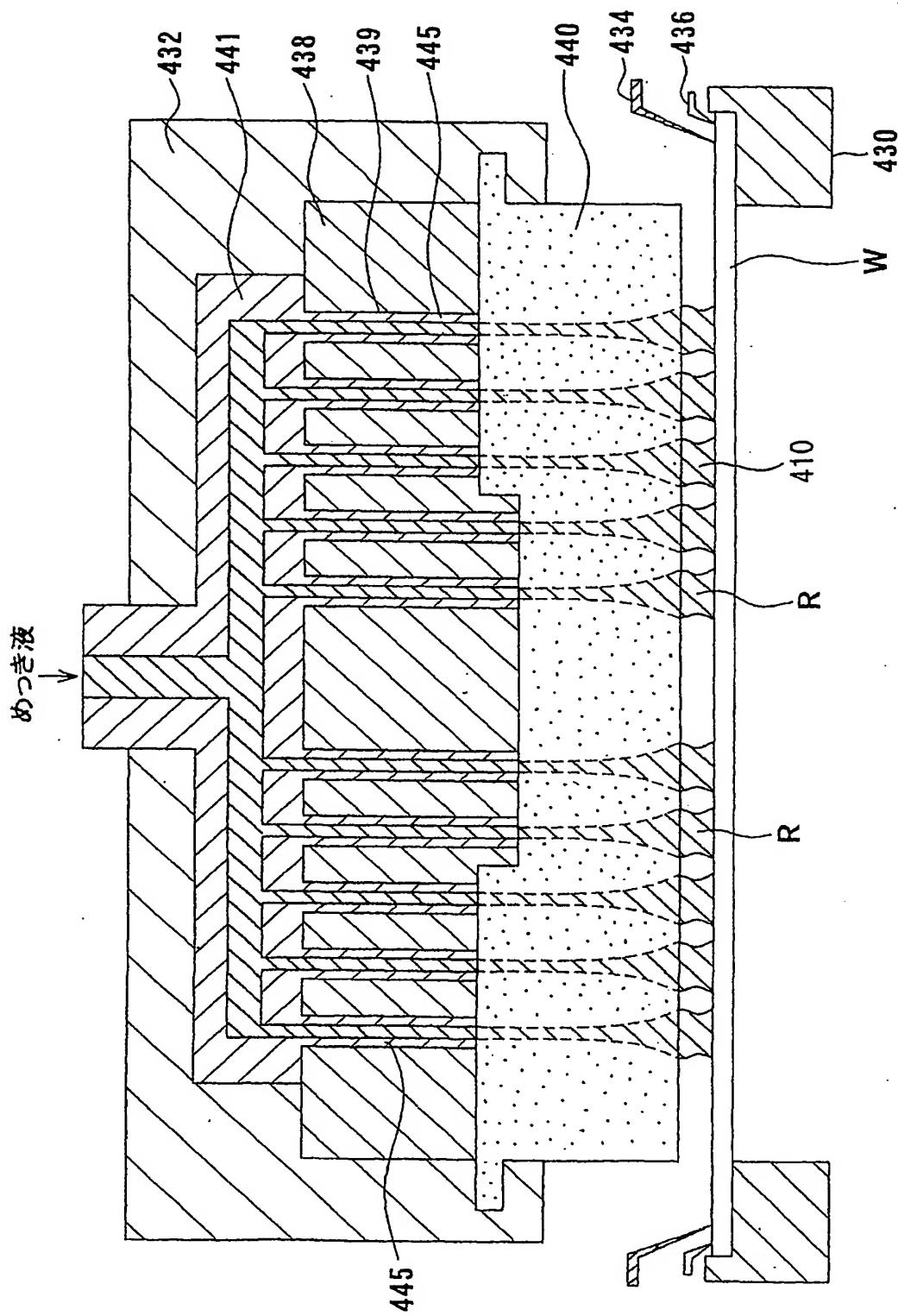
57/62

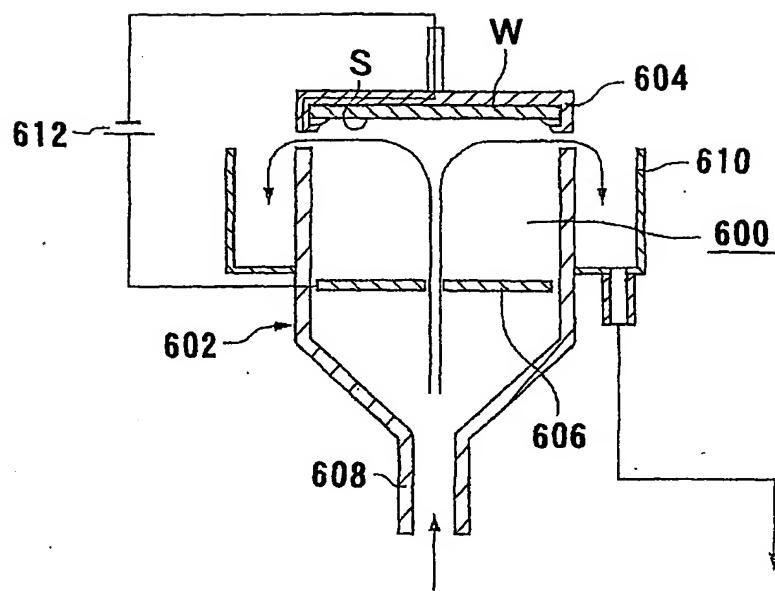
FIG. 69



58/62

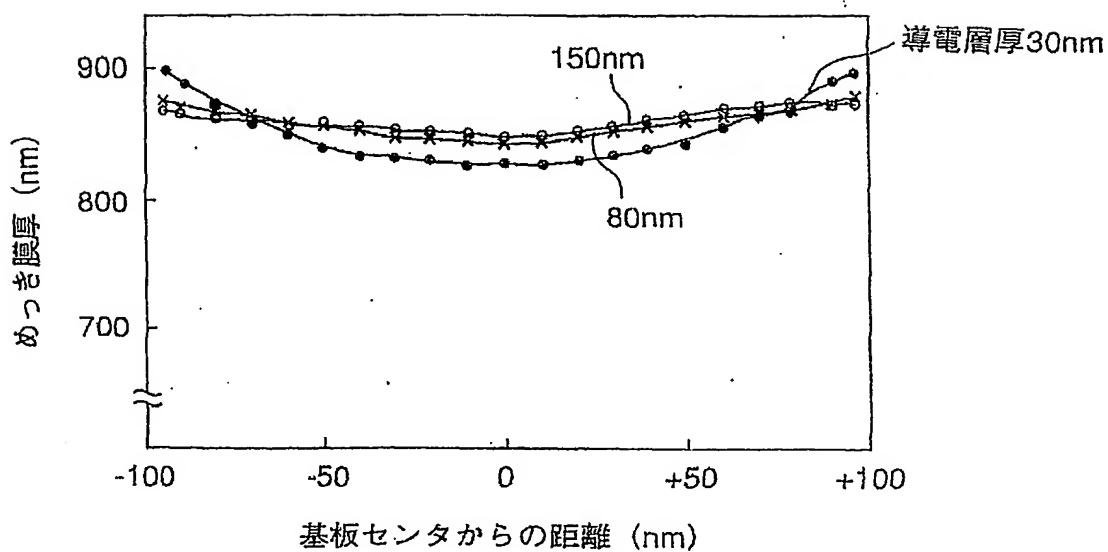
FIG. 70



*59/62**F / G. 71*

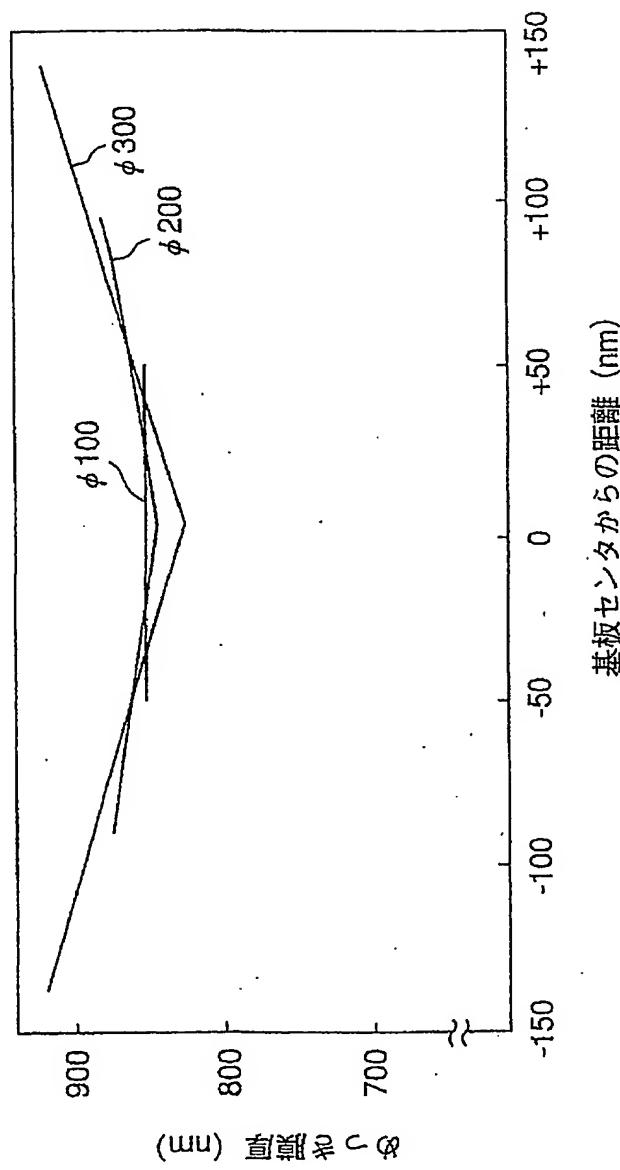
60/62

FIG. 72



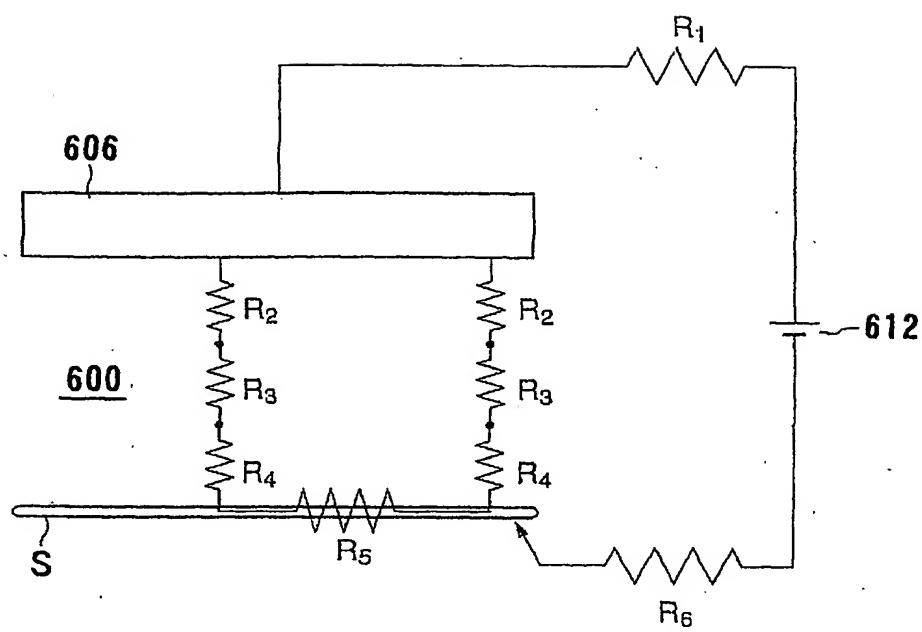
61/62

FIG. 73



62/62

F / G. 74



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/09184

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ C25D7/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ C25D5/00-7/12, H01L21/288, C25F1/00-7/02
B23H1/00-11/00Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	JP, 2000-232078, A (Toshiba Corporation), 22 August, 2000 (22.08.00), Claims; column 9, line 41 to column 10, line 5; column 11, lines 37 to 45; Figs. 1, 6, 15, 16 (Family: none)	1-3, 6, 9-11, 19-22, 27-33, 44
X	JP, 55-85692, A (Hitachi, Ltd.), 27 June, 1980 (27.06.80), Claims; Fig. 6	25-28, 30, 32, 33
X	JP, 49-21220, B (Tokyo Shibaura Denki K.K.), 30 May, 1974 (30.05.74), Claims; column 3, line 34 to column 4, line 32 (Family: none)	1, 2, 10, 11, 27-33
X Y	JP, 7-107199, B (Shimada Phys. & Chem. Co., Ltd.), 15 November, 1995 (15.11.95), column 4, line 44 to column 6, line 4; Figs. 1, 2 (Family: none)	4-7, 14 16, 17
PX	JP, 2000-328297, A (Dainippon Screen MFG Co., Ltd.), 28 November, 2000 (28.11.00),	1, 4-7 14, 16, 17, 19

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier document but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 02 April, 2001 (02.04.01)	Date of mailing of the international search report 10 April, 2001 (10.04.01)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Faxsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/09184

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	column 6, line 50 to column 9, line 23; Figs. 1,2 (Family: none)	
X	JP, 8-283993, A (Shimada Phys. & Chem. Co., Ltd.), 29 October, 1996 (29.10.96), Fig. 1 (Family: none)	1
X	US, 5853559, A (Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha), 29 December, 1998 (29.12.98), Figs. 1,2 & JP, 10-226896, A & DE, 19738970, A	1,6,7
Y	JP, 62-37840, B (NEC Corporation), 14 August, 1987 (14.08.87), column 3, lines 30-35; Fig. 3 (Family: none)	12,34
Y	WO, 99/45170, A1 (Ebara Corporation); 10 September, 1999 (10.09.99), Figs. 2,8,9 & JP, 11-154653, A	16,17
X	JP, 7-81197, B (NEC Corporation), 30 August, 1995 (30.08.95), column 4, line 44 to column 6, line 10; Fig. 4 (Family: none)	1,5,7,14,16, 17,19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. C1.7 C25D7/12

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. C1.7 C25D5/00-7/12, H01L21/288, C25F1/00-7/02
B23H1/00-11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P X	J P, 2000-232078, A (株式会社東芝) 22. 8月. 2000 (22. 08. 00), 特許請求の範囲, 第9欄第41行—第10欄5行, 第11欄第37 —45行, 第1, 6, 15, 16図 (ファミリーなし)	1-3, 6, 9-11, 19-22, 27-33, 44
X	J P, 55-85692, A (株式会社日立製作所) 27. 6月. 1980 (27. 06. 80), 特許請求の範囲, 第6図 (ファミリーなし)	25-28, 30, 32, 33

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

- の日の後に公表された文献
- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 02. 04. 01	国際調査報告の発送日 10.04.01
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 日比野 隆治 電話番号 03-3581-1101 内線 3425  4 E 9043

C(続き) 関連すると認められる文献		関連する請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
X	J P, 49-21220, B (東京芝浦電気株式会社) 30. 5月. 1974 (30. 05. 74), 特許請求の範囲, 第3欄第34行ー第4欄第32行 (ファミリーなし)	1, 2, 10, 11, 27-33
X <u>Y</u>	J P, 7-107199, B (島田理化工業株式会社) 15. 11月. 1995 (15. 11. 95), 第4欄第44行ー第6欄第4行, 第1, 2図 (ファミリーなし)	4-7, 14 <u>16, 17</u>
PX	J P, 2000-328297, A (大日本スクリーン株式会社) 28. 11月. 2000 (28. 11. 00), 第6欄第50行ー第9欄第23行, 第1, 2図 (ファミリーなし)	1, 4-7, 14, 16, 17, 19
X	J P, 8-283993, A (島田理化株式会社) 29. 10月. 1996 (29. 10. 96), 第1図 (ファミリーなし)	1
X	U S, 5853559, A (Mitsubishi Denki Kabushiki Kaish a) 29. 12月. 1998 (29. 12. 98), FIG. 1, 2 & J P, 10-226896, A & D E, 19738970, A	1, 6, 7
Y	J P, 62-37840, B (日本電気株式会社) 14. 8月. 1987 (14. 08. 87), 第3欄第30ー35行, 第3図 (ファミリーなし)	12, 34
Y	WO, 99/45170, A1 (EBARA CORPORATION) 10. 9 月. 1999 (10. 09. 99), FIG. 2, 8, 9 & J P, 11-154653, A	16, 17
X	J P, 7-81197, B (日本電気株式会社) 30. 8月. 1995 (30. 08. 95), 第4欄第44行ー第6欄第10行, 第4図 (ファミリーなし)	1, 5, 7, 14, 16, 17, 19